J6 8/2

ГЛАВСЕВМОРПУТЬ СНК С

ВСЕСОЮЗНЫЙ АРКТИЧЕСКИЙ ИНСТИТУ

THE ARCTIC INSTITUTE

ARCTICA

КНИГА IV

№ 1072 23/IX 87

1—9—3—6

ИЗДАТЕЛЬСТВО ГЛАВСЕВМОРПУТИ

ЛЕНИНГРАД LENINGRAD

ARCTICA × IV

и естественный подборъ. Борьба
ія Ру). Зародышевый подборъ.

ркисты. Ламаркъ и его филосо-
закона Ламарка. Значеніе ихъ

авители теоріи Ламарка. Теорія
жденіе различныхъ структуръ.
ческая точка зрѣнія. Теорія Ле-
исты.
чныя между дарвинизмомъ и
ническій. Приспособленія и слож-
ва и недостатки теоріи.
его теоріи. Гулинъ и Роменсъ.
тогенезъ. Эймеръ и его законы
ознанія. Идеи Негели.
ение о варіаціяхъ. Гетерегенезъ
иза. Образованіе новыхъ разно-
ы мутацій. Критика теоріи.

Строитель», Фонтанка, 66.

ГЛАВСЕВМОРПУТЬ СНК СССР
ВСЕСОЮЗНЫЙ АРКТИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ

76 8/2.

ARCTICA

Под редакцией проф. В. Ю. Визе и проф. Р. Л. Самойловича

п. 3223/.

КНИГА IV

Библиотека
Географического
Общества
Союза ССР

Гос. Научн. Институт им. П. Ф. Лесгафта Н.К.П.
16562

ИЗДАТЕЛЬСТВО ГЛАВНОГО УПРАВЛЕНИЯ СЕВЕРНОГО МОРСКОГО ПУТИ
ЛЕНИНГРАД 1936

Ch. A.N.S.R. C.P.C. USSR
THE ARCTIC INSTITUTE OF THE USSR

ARCTICA

Editors: Prof. R. L. Samoilovich and Prof. W. J. Wiese

VOLUME IV

PUBLISHERS OFFICE:
CHIEF ADMINISTRATION OF THE NORTHERN SEA ROUTE
LENINGRAD 1936

О ЧЕТВЕРТИЧНОМ ОЛЕДЕНЕНИИ СЕВЕРА СИБИРИ

В. Н. САКС

Многочисленные исследования, проведенные за последние годы Всесоюзным Арктическим институтом и рядом других организаций в Северной Сибири, значительно пополнили наши сведения о геологии этой страны. В частности, был собран богатый материал по четвертичным отложениям и по вопросу о древнем оледенении. Последнее обстоятельство позволяет внести некоторые коррективы в известную сводную работу В. А. Обручева, посвященную ледниковому периоду Азии (24). Основное положение указанной работы — о существовании в прошлом на севере Сибири сплошного ледникового покрова — в настоящее время не может не оспариваться, как уже указывали А. А. Григорьев, М. М. Ермолаев, В. М. Лазуркин, Я. С. Эдельштейн и ряд других геологов.

Ниже излагаются те данные о четвертичном оледенении приполярной Сибири, какие имеются для отдельных районов в настоящий момент. Несомненно, обзор этот не сможет претендовать на исчерпывающую полноту хотя бы потому, что описания далеко не всех исследований появились в печати или даже в рукописях. Кроме того, вследствие малого объема статьи, пришлось отказаться от исторического подхода и ограничиться краткими сводками о характере оледенения в той или иной области.

Для понимания четвертичной истории Сибири совершенно необходимо увязать ее с соседними странами. Поэтому наш обзор мы начнем с Аляски, страны, непосредственно примыкающей к северо-восточной оконечности Азии и несомненно имевшей с нею много общего.

Как показал С. Р. Кэпс (54), последнее большое оледенение Аляски, бывшее, повидимому, максимальным, захватывало Аля-

скинские горы на юге, хребет Брукс на севере и на востоке, вероятно, соединялось с континентальным ледниковым щитом Северной Америки. Вся центральная часть Аляски, бассейны рек Юкона и Кускоквим, были свободны от льдов, если не считать небольших изолированных ледничков на отдельных возвышенностях. На Сьюордском полуострове, соседнем с Чукотским, глетчеры также имели очень ограниченное распространение. По времени это оледенение, как полагает Кэпс, отвечает поздневисконсинскому в США, т. е. второй или третьей стадии последнего оледенения Европы.

В некоторых районах Аляски найдены остатки морен более древнего оледенения. Иногда они находятся в нескольких километрах от края современных ледников (Вайт-ривер, г. Сент-Элиас) и тогда свидетельствуют лишь о наличии в пред-висконсинское время горных глетчеров, ничего не говоря о степени их развития, иногда перекрыты висконсинскими моренами (р. Мульчатна) и только на р. Ненана почти на 50 км выходят за пределы висконсина. Отсутствие их в остальной части Аляски объясняется, вероятно, тем, что почти повсюду висконсинские ледники перешли границы предшествовавших оледенений и уничтожили их отложения.

Издавна известные в четвертичных отложениях Аляски флора и фауна более теплолюбивого, нежели сейчас, характера (А. Колье, 55) еще не увязаны как следует с ледниковыми образованиями. Точно так же недостаточно ясны взаимоотношения оледенений и морской трансгрессии. Повидимому, частично эта последняя совпадала по времени с развитием ледниковых явлений. Только таким образом можно объяснить обилие эрратических валунов в морских осадках северного побережья Аляски (Ф. С. Смит и Дж. Б. Мерти, 59).

Обращаясь к Чукотскому п-ву, надо отметить, что здесь более ясно, чем на Аляске, выделяются два ледниковых цикла. Второе оледенение имело альпийский характер, и следы его сохранились очень хорошо. В заливе Лаврентия морские отложения с фауной почти современного облика перекрыты мореной, относящейся, очевидно, ко второму оледенению (В. С. Слодкевич, 36), каковое несомненно может быть сопоставлено с висконсином Аляски. Более древние ледниковые образования сохранились плохо и притом, главным образом, в виде скульптурных форм рельефа. По мнению ряда геологов, первое оледенение было покровного типа (Н. А. Меньшиков, С. В. Обручев

и др.). Однако, поскольку ничего подобного мы на Аляске не находим, позволительно подвергнуть сомнению и покровное оледенение Чукотского п-ва. Более вероятным кажется, что в первую ледниковую эпоху широкое развитие получили глетчеры аляскинского типа, дававшие в предгорьях сплошные покровы. Предположительно можно связать это оледенение с до-висконсинским на Аляске, хотя там оно и не было максимальным.

Западнее, в районе мыса Шмидта, В. И. Серпухов и Д. Ф. Бойков насчитывают до четырех фаз оледенения. Первая фаза — максимальная, покровного характера, вероятно, отвечает первому оледенению Чукотского п-ва, а последующие три — альпийского типа, выделяемые по числу ледниковых террас, — второму. И здесь морские террасы старше долинного оледенения и прорезаются ледниковыми долинами. Покровное оледенение не захватило террас потому ли, что они были тогда, как думают авторы, под уровнем моря, или скорее потому, что море при последующей трансгрессии уничтожило ледниковые образования.

В бассейне Анадыря, на хребте Золотом, где еще П. И. Полевой описывал ледники аляскинского типа (31), В. В. Купер-Конин различает два небольших оледенения Из них первое синхронично верхним горизонтам осадков морской трансгрессии Анадырского лимана, а второе моложе ее. Повидимому, оба эти оледенения представляют лишь фазы одного и того же оледенения, которое мы будем везде называть „вторым". Следы первого, максимального продвижения льдов в Анадырском крае выражены очень неясно, и более или менее определенно о них говорит только Н. А. Меньшиков для восточного склона хребта Гыдан.

Второе оледенение захватило все горные хребты, но Анадырская депрессия никогда не была покрыта льдами и оставалась местом накопления флювиогляциального материала (В. Б. Сочава, 60). Точно таков же характер Пенжинской низменности, на окраинах которой было несколько небольших ледниковых центров. Как указывает В. Б. Сочава (38), третичные реликты среди флоры и фауны северо-востока Азии, сохранившиеся доныне, совершенно категорически отрицают всякую возможность существования здесь когда бы то ни было покрова материкового льда.

Морская трансгрессия в Анадырском лимане, вероятно, приурочена к промежутку времени между первым и вторым оледенениями и во всяком случае старше последнего. Так, И. А. Скляр

и М. Т. Кирюшина в низовьях р. Канчалан наблюдали перекрытие морских глин флювиогляциальными образованиями. Н. А. Меньшиков, перевалившийся через хребет Гыдан из бассейна Анадыря на Большой Анюй, нашел и на западном склоне хребта следы тех же двух оледенений

В районе Северо-Анюйского хребта В. А. Вакар описывает отложения долинных ледников второго оледенения и условно выделяет первое оледенение, отделенное, по его мнению, от второго излияниями андезито-базальтов Посетивший тот же район Н. А. Меньшиков обнаружил здесь полную аналогию в количестве и характере оледенений с хребтом Гыдан. Он же видел ледниковые образования на побережье Чаунской губы, что в общем позволяет предполагать повсеместное распространение ледников второго оледенения вдоль побережья Ледовитого океана от Чукотского полуострова до устья Колымы. Но это оледенение, как уже указывалось, не было покровным и занимало только долины, по которым нередко отдельные ледники спускались прямо в море. Оледенению подвергся также и остров Врангеля, где многочисленные следы деятельности льда были констатированы В. П. Кальяновым (21). Тесная ботанико-географическая связь указанного острова с Чукотским полуостровом и Аляской дает основание говорить о недавнем его соединении с материком, прервавшемся, вероятно, в результате трансгрессии.

Что касается первого оледенения, то и оно, очевидно, было развито по всему побережью Ледовитого океана и имело в предгорьях покровный характер. К сожалению, еще слишком мало собрано данных, чтобы можно было высказаться по этому вопросу с большей уверенностью. Нужно думать, чукотские экспедиции Арктического института, возвращающиеся в текущем году, доставят более полные сведения и об оледенениях и о трансгрессии. Следы последней к западу от мыса Шмидта пока определенно неизвестны, если не считать указаний Н. А. Меньшикова на скульптурные террасы близ устья Колымы, возраст и характер которых остается неясным.

Южнее, на правобережье Колымы, в пределах Юкагирского плато, следы оледенения не обнаружены ни С. В. Обручевым, спускавшимся по Омолону (26), ни В. А. Вакаром, исследовавшим р. Березовку (4). Совершенно неисследованным остается Южно-Анюйский хребет, где можно только предполагать наличие ледниковых образований.

В верховьях Омолона и в районе хребта Гыдан хорошо сохранившиеся морены второго оледенения описаны Е. С. Бобиным. На северном склоне хребта ледники носили характер, промежуточный между альпийским и скандинавским, на южном — типично альпийский. Льды доходили до берега моря, занимавшего в это время Гижигинскую низменность. Начало отступания моря примерно совпало с окончанием ледникового периода.

Западнее, в верхнем течении Колымы и на Колымско-Охотском водоразделе, работники Дальстроя выделяют три фазы оледенения. Последняя фаза — альпийская — отделена от двух предыдущих наиболее длительным промежутком времени и может быть сопоставлена с нашим вторым оледенением. Четвертичная трансгрессия вдоль побережья Охотского моря, вероятно, предшествовала этой фазе. Следы повторности трансгрессии установить не удалось (Тупицын). Самая древняя ледниковая фаза скандинавского типа сохранилась очень плохо и, следует полагать, соответствует первому оледенению севера. Неясным остается положение второй промежуточной фазы. Если, как указывает Тупицын, по времени она ближе к первой фазе, то лучше ее рассматривать как заключительную стадию первого оледенения.

В западной части хребта Черского, а также на хребте Таскыстабыт, ледниковые образования подробно описаны С. В. Обручевым. Глетчеры с Таскыстабыта продвигались далеко к западу, переходя даже на левобережье Индигирки (27). Однако предположение С. В. Обручева о сплошном ледяном покрове Оймеконской впадины, где должны были соединяться ледники хребтов Верхоянского, Таскыстабыта и Черского, недостаточно обосновано. Напротив, Нерское плато между Таскыстабытом и хребтом Черского было, как показал и Б. В. Зонов (1), целиком забито льдами. Севернее хребта Черского ледники не заходили очень далеко. Уже в Момских горах Б. В. Зонов не нашел следов оледенения, хотя Ю. Д. Чирихин упоминает о бывших там ледниках (50). Ожогинская низменность не была покрыта льдами, как равно и все пространство к северу от нее вплоть до побережья Ледовитого океана. Известные там сейчас ископаемые льды возникли за счет снежного покрова, накопившегося за время ледниковой эпохи на месте. Постепенное, продолжающееся доныне таяние льда повело к образованию многочисленных озер (Б. В. Зонов, 1, Ю. Д. Чирихин, 50). Что касается вопроса о количестве оледенений, то и С. В. Обручев,

и Б. В. Зонов говорят о трех фазах оледенения, очевидно, тех же самых, что и в районе работ Дальстроя. Особенно хорошо конечные морены всех трех фаз выражены на восточном склоне Гармычанских гор (Б. В. Зонов). Присутствие в области хребта Черского второй промежуточной фазы оледенения, отсутствующей в соседних районах, возможно объясняется какими-то местными причинами. Мы знаем, что в четвертичное время происходили крупные поднятия на этой территории, отразившиеся на образовании многочисленных речных террас, высотой до 400 м, и на направлении долин Колымы и Индигирки, пересекающих главные цепи хребтов. Но в условиях резко континентального климата Восточной Сибири одни вертикальные перемещения, если только они не влекли за собою крупных климатических изменений, сами по себе не могли повести к появлению ледников. Поэтому оледенение хребта Черского было, очевидно, обусловлено общими для всей Восточной Сибири и даже для всего земного шара причинами. Поднятия горных районов были, однако, в состоянии вызвать усиление уже существующей ледниковой деятельности, т. е. повести к возникновению местных продвижек ледников. Возможно, именно таково происхождение второй фазы оледенения хребта Черского.

Хорошо выражены признаки долинного оледенения, повидимому, отвечающего последнему в рассмотренных нами выше областях, в районе Тасхаяхтахского хребта (Д. П. Севастьянов, 35, В. А. Вакар, 5, В. А. Федорцев). Севернее широкое распространение ледниковых отложений и соответствующих им форм рельефа наблюдал И. П. Атласов в южных отрогах хребта Полоусного. Ледники здесь доходили до Индигирки, причем отмечены явные признаки перерывов в оледенении. Последняя фаза носила альпийский характер.

Насколько далеко глетчеры хребтов Полоусного и Тасхаяхтахского распространялись к северу, точно неизвестно. В районе исследований К. А. Воллосовича, в прибрежной низменной полосе, валунно-щебневые и галечниково-песчаные наносы, а равно и ископаемые льды, сам исследователь не связывает с моренами (7). Возможно, указанные наносы представляют флювиогляциальные отложения горных ледников, находившихся южнее. На Омолоне галечниково-песчаная толща покрывает безвалунные доледниковые пески с флорой, свидетельствующей о климате мягче современного (В. Н. Сукачев, 40). Судя по тому, что

никаких данных о повторности отложения валунно-щебневых наносов нет, их надлежит связывать с первым, максимальным оледенением. Флювиогляциальные отложения последнего альпийского оледенения не выходили, вероятно, за пределы долин. Точно так же первой ледниковой эпохе отвечают и ископаемые льды, которые, как показал М. М. Ермолаев (18), составляют один стратиграфический горизонт.

Морских отложений в прибрежной тундре между устьями Лены и Колымы нигде нет. Однако, П. К. Хмызников выделяет здесь ряд абразионных террас, занимающих все пространство от северных склонов хребтов до моря (48), а в работе А. В. Соколова (37) приводятся несомненные доказательства современного отступания моря. А. И. Гусев, недавно вернувшийся из бухты Тикси, в частном сообщении указал, что, по его наблюдениям, в районе Хараулахских гор имеются эрозионные морские террасы.

Ископаемые льды Новосибирских островов, по М. М. Ермолаеву (19), сопоставляются с эпохой великого оледенения Азии, т. е. с нашим первым оледенением, и являются остатками неподвижных фирновых полей, сохранившимися в древних грабенах. В момент их формирования уровень моря был гораздо ниже, что подтверждается наличием ископаемых льдов на дне пролива Дмитрия Лаптева и некоторых других. Последующая, сравнительно теплая эпоха сопровождалась отложением слоев с *Yoldia arctica* на о-вах Новая Сибирь, Фаддеевском и на северной оконечности о-ва Котельного. Новое похолодание, т. е. второе оледенение согласно нашей схеме, вызвало появление небольших ледников в северной части архипелага, особенно на о-ве Котельном. С ними же связаны валунные образования, покрывающие морские глины на о-ве Новая Сибирь (М. И. Бруснев), и друмлины или эскеры, открытые Э. В. Толлем на Земле Бунге (42). Вторая, по М. М. Ермолаеву — межледниковая, эпоха в действительности является уже послеледниковой. Сменившее ее очень недавнее новое ухудшение климата, вызвавшее отступание к югу лесной растительности на всем протяжении полярной Сибири, едва ли правильно параллелизуется М. М. Ермолаевым с третьим оледенением Колымских хребтов.

Богатая фауна четвертичных млекопитающих, собранная на Новосибирских островах, позволила К. А. Воллосовичу сопоставить, и вполне основательно, с ледниковой эпохой Европы

только нижний основной горизонт ископаемых льдов. Все же, что лежит выше, относится, по его мнению, уже к послеледниковому времени (29).

Бесспорных следов оледенения нет и в Хараулахских горах, как это явствует из работы В. М. Лазуркина (23); ничего не говорит о древнем оледенении Хараулаха и А. А. Романов (33). Тем не менее некоторые исследователи: С. Г. Пархоменко (30), И. Г. Николаев и только что вернувшийся оттуда А. И. Гусев, склонны признавать древнее оледенение Хараулаха, допуская, что ледниковые отложения были впоследствии уничтожены морозным выветриванием. Во всяком случае следует полагать, что если оледенение и было, то было не последнее, а первое, так как иначе должны были, хотя бы частично, сохраниться морены.

Довольно общие сведения о наличии древнего оледенения на Куларском хребте доставил Ю. И. Серпухов. Зато на Орулгане ледниковые признаки выражены очень ясно. Я. П. Лазарев насчитывает здесь до двух оледенений. В первую ледниковую эпоху горные глетчеры образовывали в предгорьях сплошные покровы, доходившие на запад до Лены (П. К. Хмызников, 47), а на восток переходившие за р. Бутунтай. Ледники второго оледенения оставили следы своего пребывания только в горных долинах.

Те же два оледенения имеются, очевидно, и на Западно-Верхоянском хребте. Их выделил на южном склоне хребта А. А. Григорьев (11). Морены первого максимального оледенения не доходили до Алдана и значительно отличаются по степени сохранности от лежащих севернее морен последнего оледенения. Позже, исключительно на основании общего морфологического анализа, А. А. Григорьев стал говорить о трех и даже четырех оледенениях Верхоянья, не приводя собственно никаких данных в подтверждение своего мнения (12). На северо-восточном склоне Верхоянского хребта в первую ледниковую эпоху преобладали ледники скандинавского типа, тогда как на Лено-Алданском склоне были исключительно альпийские глетчеры. Вторая ледниковая эпоха везде сопровождалась оледенением альпийского типа.

Обращает на себя внимание тот факт, что характер рельефа обоих склонов Верхоянского и Орулганского хребтов резко различен. Склон, обращенный к бассейну Яны, отличается сглажен-

ностью форм, тогда как противоположный носит типичный альпийский характер. Весьма возможно, как думает С. С. Ванюшин, это связано с различием в типах и продолжительности оледенений. Известную роль могла сыграть также разница в уровне базиса эрозии для притоков Лены и Яны. Основное же значение, вероятно, имеет последовавшее за оледенением опускание области Лены и соответствующее поднятие западного склона хребта (Н. П. Херасков), Это повлекло за собою интенсивный размыв ледниковых образований, формирование глубоких каньонообразных долин с эрозионными террасами до 300 м высотою и в конечном итоге вызвало появление на Ленском склоне сильно расчлененного альпийского рельефа.

Насколько далеко заходили на север ледники, спускавшиеся с Верхоянского хребта в бассейн Яны, точно неизвестно. П. К. Хмызников указывает, что все Янское нагорье было покрыто ледниками, но при этом оговаривается, что моренных отложений в области нагорья нигде нет (48). Это заставляет вообще сомневаться в присутствии здесь ледников.

На Восточно-Верхоянском хребте выделил два оледенения С. В. Обручев (27). В период максимального развития ледников глетчеры альпийского типа достигали Алдана (В. Г. Клейнберг, 13), тогда как одновременно на Оймеконском склоне было скандинавское оледенение, границы которого до сих пор не установлены. Второе оледенение тут, как и везде, было приурочено исключительно к долинам. Южнее, на Джугджурском хребте, М. Я. Столяр и Н. И. Зайцев описывают многочисленные признаки двухфазного долинного оледенения.

Ленско-Алданское плато, как совершенно неоспоримо показали А. А. Григорьев (11) и ряд других работавших там геологов, никогда не покрывалось ледниками. В основании четвертичной толщи лежат песчано-глинистые слои, в нижних горизонтах с доледниковой, по В. Н. Сукачеву, флорой, отложившиеся в каком-то озерного типа бассейне. Они покрываются галечниками и песками, знаменующими собою усиление эрозии и появление в горах ледников. Затем произошло осушение бассейна, в связи с продолжавшимся похолоданием стали появляться фирновые поля, позже, при отступании горных ледников, занесенные продуктами разрушения морен—неслоистыми суглинками. Мощность последних на плато достигает 30 м, а в районе конечных морен первого оледенения Верхоянского хребта измеряется

всего 40—50 см. Отсюда вывод, что основная масса суглинков плато отложилась в период первого оледенения и что, следовательно, перерыв между двумя оледенениями Верхоянья на породообразовании в пределах плато никак не отразился. Это могло быть лишь в том случае, если промежуток времени между первым и вторым оледенением был невелик, т. е. по продолжительности отвечал межстадиальным эпохам Европы.

Необходимо оговориться, что вышеизложенное толкование четвертичного разреза Лено-Алданского плато несколько отступает от взглядов А. А. Григорьева (11), который суглинки плато связывает с последним оледенением и у которого таким образом выпадают среди пород плато аналоги предпоследнего максимального оледенения. Наша схема подтверждается данными А. Н. Криштофовича (22), описавшего доледниковую теплолюбивую флору из песков, подстилающих суглинки. Флора эта (*Juglans cinerea*) говорит о средних годовых температурах на 12—17° теплее современных.

На Вилюйской равнине, в частности в бассейне р. Тюнг, по свидетельству А. А. Григорьева (12) и Н. Л. Благовидова (3), никаких следов оледенения нет. Выделяемые же первым восемнадцать, а вторым три эрозионных поверхности вдоль долины Тюнга могут, вопреки мнению авторов, и не быть связаны с оледенениями или, что более вероятно, могут отвечать одной ледниковой эпохе.

В верховьях Вилюя и на водоразделе между Хатангой, Оленеком, Вилюем и Нижней Тунгуской В. Г. Дитмар (15) нашел плохо выраженные признаки древнего оледенения материкового типа. Если его наблюдения подтвердятся, то придется признать, что огромный ледниковый покров Западной Сибири заходил на восток даже в пределы бассейна Лены.

Западнее, в бассейне Нижней Тунгуски, С. В. Обручев (25) насчитывает до трех оледенений, не подкрепляя, впрочем, этого положения достаточным фактическим материалом. Напротив, как пишет Я. С. Эдельштейн (53), исследования С. Л. Кушева в районе Нижней Тунгуски, проведенные довольно детально, привели к совершенно иным результатам. Никаких признаков деятельности ледников не было найдено ни в долине, ни на водораздельных плато. Это позволило Я. С. Эдельштейну высказаться против идеи сплошного оледенения Центрально-Сибирского плато, признавая возможным лишь существование

СХЕМА РАСПРОСТРАНЕНИЯ СЛЕДОВ ЧЕТВЕРТИЧНОГО ОЛЕДЕНЕНИЯ НА СЕВЕРЕ СИБИРИ
НОВАЯ ЗЕМЛЯ
О.Колгуев
О.Вайгач
СЕВЕРНАЯ ЗЕМЛЯ
П-в Челюскин
Печора
Пай-Хой
Ямал
Урал
Обь
Гыданск. п-ов
Таз
Енисей
Плато Бырранга
Оз. Таймыр
ТАЙМЫР
Курейка
Хатанга
Анабара
Оленек
Лена
Нижн. Тунгуска
Подкаменная Тунгуска
Ангара
Вилюй
Амга
Алдан
Хр. Прончищева
НОВОСИБИРСКИЕ О-ВА
О.Врангеля
Хр. Брукс
Колючин
Танама
Южн.
Кускокуим
ЧЕРСКИЕ ГОРЫ
П-в Аляска
Анадырск. хр.
Анюйск. хр.
Анадырь
Пенжина
Камчатка
Индигирка
Яна
Янское нагорье
Полоусный хр.
Геелахтах
Момские горы
Гармыачан
Черского хр.
Таскыстабыт
Верхоянский хр.
Хр. Джугджур
Колыма
Юкагирск. плато
Омолон
Гыдан хр.

местных долинных ледников в северной его части. Такая точка зрения вполне согласуется со взглядами А. И. Толмачева (43), но противоречит построениям Н. Н. Урванцева, который базировался на исследованиях в северной части плато и на Таймыре. К Таймыру мы вернемся позже, после рассмотрения Лено-Хатангской области, одной из наименее исследованных в Северной Сибири. На всем пространстве между Леной и Анабаром никаких положительных данных о четвертичном оледенении нет. Напротив, Б. Н. Рожков, Г. Г. Моор и Б. В. Ткаченко, исследовавшие верховья р. Анабара, высказались за отсутствие там ледниковых следов (32). Только на р. Попигай, уже в бассейне Хатанги, Б. В. Ткаченко видел, повидимому, предельные конечные морены ледника, двигавшегося с северо-запада. На хребте Прончищева, в низовьях Оленека и на прибрежной равнине Ледовитого океана между Оленеком и Анабаром К. М. Громов не встретил никаких признаков оледенения. Четвертичные отложения представлены тонкими озерными суглинками с пресноводными диатомеями. Лишь в устье Анабара появляются флювиогляциальные осадки—галечники, покрытые тонкими суглинками и свидетельствующие о близости настоящих ледниковых отложений.

В районе Анабарской губы известны также морские четвертичные отложения, развитые в общем слабо (В. Б. Сочава, 39), они же наблюдались А. И. Толмачевым в низовьях Хатанги (43) и А. А. Романовым на водоразделе между нижними течениями Анабара и Хатанги. Как указывает последний, морские слои перекрыты флювиогляциальными отложениями, которые таким образом должны быть отнесены ко второму оледенению.

Что касается моренных образований, то, по словам А. А. Романова, они доходят на восток до среднего течения Попигая. Еще восточнее тянется полоса флювиогляциальных отложений. В низовьях Хатанги, по ее правобережью, морены отсутствуют. Это согласуется и со взглядами А. И. Толмачева (43), проводившего границу Таймырского оледенения, единственного, по его данным, по левобережью Хатанги. Впрочем, надо заметить, что вообще в бассейне Хатанги вопрос о наличии или отсутствии оледенения еще нельзя считать вполне разрешенным.

На п-ве Челюскина Г. Д. Аллер выделяет две ледниковые эпохи и две морские трансгрессии: межледниковую и послеледниковую. Второе оледенение по площади распространения

немногим уступало первому. Такое предположение, к сожалению, недостаточно обоснованное автором, явно неправильное для Западного Таймыра, кажется вполне правдоподобным в восточной части Таймыра и в бассейне Хатанги, где, как мы видели, флювиогляциальные отложения, следует полагать второго оледенения, перекрывают морские осадки.

На Северной Земле, где и сейчас еще сохранились обширные ледники, Н. Н. Урванцевым (46) намечаются две фазы покровного оледенения и две трансгрессии, следовавшие за оледенениями. Первая трансгрессия была больше, вторая же еще не закончилась и в настоящее время находится в стадии отступания.

На Западном Таймыре Н. Н. Урванцев установил следующую последовательность событий четвертичной истории (45). Первое максимальное оледенение распространялось в виде сплошного покрова по всей территории Таймырского п-ва и Центральносибирского плато, имея несколько областей питания в районе архипелага Норденшельда, Северной Земли и северо-западного Бырранга. Затем произошло отступание ледников, и одновременно началась морская трансгрессия. К моменту максимума трансгрессии ледники сохранились только на плато Бырранга и Центральносибирском. Новое продвижение льдов (второе оледенение) совпало с окончанием трансгрессии, хотя отложение моренного материала частично еще происходило в морских условиях. Второе оледенение было значительно меньше; ледники, спускавшиеся с Бырранга и с Центральносибирского плато, уже не соединялись друг с другом и имели в основном долинный характер. Вторичное потепление повело в дальнейшем к быстрому их отступанию и, наконец, полному исчезновению. Период послеледникового климатического оптимума сопровождался новой небольшой трансгрессией, вызвавшей возникновение эстуарий Енисея, Таза и Оби.

По данным И. Я. Ермилова (17), на Гыданском п-ве также наблюдаются отложения двух трансгрессий, разделенных периодом накопления аллювиальных осадков. Отвечают ли последние второму оледенению Таймыра, точно неизвестно, но такая возможность не исключена. Упомянутая работа И. Я. Ермилова любопытна еще в том отношении, что в ней отрицается наличие ясных следов ледниковых явлений на Гыданском п-ве. Этот парадоксальный вывод противоречит взглядам другого участника той же экспедиции, Б. Н. Городкова, отмечавшего присут-

ствие ледниковых отложений на высоких водоразделах полуострова (10), не захваченных, как указывает и сам Ермилов, первой максимальной трансгрессией. Совершенно очевидно, что в период покровного оледенения Западносибирской низменности, когда валуны с правобережья нижнего Енисея были доставлены в бассейн Иртыша (Я. С. Эдельштейн, 52), Гыданский п-ов не мог не быть покрыт ледником. Первая трансгрессия, вероятно, произошла уже после отступания льдов и притом не заняла целиком полуостров, так что не могла уничтожить все без исключения ледниковые отложения.

Для Западносибирской низменности бесспорных доказательств повторности оледенений нет. Межледниковые глины, описанные В. Н. Сукачевым в окрестностях Обдорска (41), вызывают некоторое сомнение в отношении их стратиграфического положения. Повидимому, второе оледенение не выходило из предгорий Урала на западе и не переходило через Енисей на востоке. В промежуток времени между первым и вторым оледенениями произошла трансгрессия моря на севере, повлекшая формирование вторых надпойменных террас рек Западной Сибири. Эпоха климатического оптимума, наступившая после второй ледниковой эпохи, по мнению Я. С. Эдельштейна (51), сопровождалась отступанием моря, а отнюдь не новой трансгрессией, как полагал Н. Н. Урванцев. Вторжение моря и образование эстуарий в дельтах крупных рек Западной Сибири совпало с началом последнего похолодания и продолжается доныне (В. И. Громов, 57).

На п-ве Ямале и на островах Карского моря признаков оледенения пока не обнаружено. Повидимому, эти области перекрыты морскими осадками, затушевавшими ледниковые явления. С другой стороны, возможно, что внутренняя часть Ямала, почти никем не исследованная, сложена и ледниковыми отложениями.

Оледенению Северного Урала посвящена обстоятельная работа В. А. Варсонофьевой (6). Два горизонта донных морен, развитые в Печорском крае и на западном склоне Урала, отвечают двум оледенениям, из которых максимальным было первое. Осадки бореальной трансгрессии, а также межледниковые торфяники с теплолюбивой флорой на р. Большой Инте разделяют морены этих оледенений. Глетчеры второй ледниковой эпохи носили альпийский характер и лишь в предгорьях, может быть, соединялись, давая сплошные покровы. Первое оледенение на Полярном Урале имело тип покровного, на Северном—сканди-

навского и на востоке соединялось с ледниковым щитом Западно-сибирской низменности.

Вопрос о корреляции этих оледенений с оледенениями Европейской части СССР нельзя считать окончательно разрешенным. Как указывает В. А. Варсонофьева, первое из выделяемых ею на Урале оледенений наиболее вероятно можно сопоставить с максимальным оледенением Русской равнины. Все особенности распространения валунов в первую ледниковую эпоху в Печорском крае легче всего объясняются при допущении вторжения мощного ледника с запада, из Фенноскандии. Последний же имел столь широкое распространение, очевидно, в период максимума своего развития. Исходя из таких предпосылок и принимая, что максимальным в Европе везде было рисское оледенение, В. А. Варсонофьева отнесла два оледенения Урала к риссу и вюрму.

Автор настоящей статьи в отношении оледенений Европейской части СССР придерживается взгляда, что там предельного распространения достигала первая стадия вюрма (34). Если проводить такую же точку зрения в определении возраста оледенений Урала, то придется первое, максимальное оледенение его относить к вюрму I, а второе, альпийского типа—к вюрму II. Но, согласно принятых нами выше обозначений, два оледенения Урала, вне всякого сомнения, соответствуют первому и второму оледенениям Сибири. Второе же оледенение Сибири мы сопоставляли с поздне-висконсинским на Аляске, примерно отвечающим вюрму II Европы. Отсюда вполне возможным представляется определение возраста максимального оледенения Сибири, как вюрм I.

Конечно, подобного рода параллелизация, проведенная через всю Северную Сибирь, не может претендовать на точность. Поэтому необходимо попытаться проверить наши положения каким-то иным способом. Начнем с Европы. Здесь взгляды автора, до сих пор стоявшие изолированно, недавно получили подтверждение в последней статье Г. Гамса (56), где изложена схема расчленения четвертичных отложений Восточной Европы, чрезвычайно сходная с нашей. Единственным, далеко не принципиальным, отличием схемы Г. Гамса является то, что он потепление, последовавшее за днепровско-донской фазой оледенения, связывает не с межстадиальной, а с межледниковой, только очень кратковременной эпохой. Этот вопрос не имеет особого значения, а самое существование короткого, но довольно теплого

п. 32231.
Библиотека Географического Общества Союза ССР
Гос. научн. институт им. П. Ф. Лесгафта Н.К.П. Библиотека

отрезка времени после максимального оледенения, повидимому, не подлежит сомнению. Изучение палеолитических стоянок и четвертичной фауны млекопитающих в Европейской части СССР достаточно наглядно показывает, что после самого большого оледенения не было длительных межледниковых эпох.

В Западной Сибири исследования В. И. Громова свидетельствуют о том же (14). Все известные находки остатков млекопитающих позволяют выделить лишь один большой период резкого похолодания, внутри которого могли быть отдельные климатические колебания, отразившиеся на стадиях оледенения, но вследствие своей кратковременности не повлекшие за собою заметных изменений в фауне. Нет никаких палеозоологических и палеоботанических данных о периодичности ледниковых эпох и для Восточной Сибири. Возможно, конечно, что это объясняется недостаточной изученностью края. Но все же мы теперь уже довольно хорошо знаем четвертичную фауну млекопитающих Полярной Сибири, и совершенно не случайно все известные формы носят поздне-четвертичный, именно вюрмский облик. Поэтому вполне прав К. А. Воллосович, помещая свой четвертичный разрез Новосибирских островов почти целиком в послеледниковое время (29). Точно так же нельзя не согласиться с А. П. Герасимовым, который два оледенения, выделенные им в Ленском золотоносном районе, сопоставил соответственно с вюрмом и бюльской стадией Альп (9), хотя самое проведение аналогии между Альпами и Восточной Сибирью слишком смело.

Ранне-четвертичное время в Северной Сибири не оставило почти никаких следов. Отложения древнейшей трансгрессии Гыданского полуострова, о которой упоминает И. Я. Ермилов (17), лишены фауны и не ориентированы, как следует, в разрезе, а потому возраст их остается неясным. К. А. Воллосович нашел в Лено-Колымской прибрежной тундре доледниковые пески, лежащие под галечниками ледниковой эпохи на р. Омолое и у оз. Тастах (8). Они содержат флору, сходную с современной высокогорной флорой Калифорнии и свидетельствующую о климате хотя и мягче современного, но все же достаточно суровом. Аналогичные отложения встречены на Алдане в основании четвертичной толщи А. А. Григорьевым (11) и В. Н. Зверевым (22). Находящаяся в них флора тоже американского типа, но указывает на значительно лучший климат. Флора эта

произрастала на берегу обширных, озерного типа, водоемов, бывших на месте бассейнов Алдана и Вилюя и осушившихся только в начале ледниковой эпохи.

Таким образом, эти скудные факты о доледниковых образованиях севера Сибири все же достаточны для установления тесной связи с американским материком. Берингова пролива тогда еще, вероятно, не существовало. Климат был гораздо теплее. Были ли до первого определенно известного нам оледенения еще другие, и каков был их характер, пока совершенно неизвестно.

Первое максимальное оледенение Сибири, поскольку оно совпадало с общим усилением ледниковых явлений на всем земном шаре, несомненно происходило в условиях изменения климата в сторону еще большего, чем сейчас, похолодания. Только резкая континентальность климата избавила Северную Азию от развития на ней сплошного ледникового покрова. Активные ледники возникали исключительно в горах и нигде в Восточной Сибири далеко от горных хребтов не отходили. Все равнинные области были свободны от льдов, но так как в течение короткого лета выпадавший за зиму снег не успевал стаять, то и здесь происходило медленное накопление фирновых полей. Едва ли эти последние где-либо, за исключением самых северных районов, имели сплошное распространение, но, будучи к концу ледниковой эпохи занесены наносами, в значительной части сохранились доныне.

Несколько иные условия господствовали в Западной Сибири, где континентальность климата тогда, как и теперь, была меньше и где поэтому могли появиться ледники континентального типа. Оледенение Западной Сибири, как показал Я. С. Эдельштейн (52), имело два источника питания: Северный Урал и правобережье нижнего Енисея. Сплошное оледенение продолжалось и к востоку от Енисея, захватывая весь Таймыр и, повидимому, западную часть Центральносибирского плато. Юго-восточная и восточная граница распространения материкового льда хотя и нанесена на прилагаемой карте, но отнюдь не может считаться сколько-нибудь точно установленной. Во всяком случае далее на восток, вплоть до Верхоянского хребта, ледников не было, и только местами происходило накопление неподвижных фирновых полей. Нет никаких оснований думать, что страна в это время была совершенно мертвой; по всем вероятиям, на-

ряду с ледниками и фирновыми полями здесь уживалась арктическая флора и фауна.

К востоку от Лены со всех горных хребтов спускались глетчеры, соединявшиеся в предгорьях в сплошные покровы. Однако вдали от гор, на Алданском плато, Янском нагорье и в прибрежной Лено-Колымской равнине, образовывались лишь фирновые поля. Точно такие же условия господствовали в Чукотско-Анадырском крае и на Аляске, где тоже большие пространства были свободны от льдов.

Новосибирский архипелаг и прочие острова Ледовитого океана оказались почти целиком покрыты мощными фирновыми полями, остатки которых прослеживаются сейчас даже на дне моря. Бесспорно, что в ледниковое время уровень моря стоял гораздо ниже и все острова были, вероятно, соединены с материком. В западных островных группах (Новая Земля, Северная Земля) развивалось активное оледенение, непосредственно связанное с материковыми ледниками и даже питавшее их. На Новосибирском архипелаге, на о-ве Врангеля и других активные ледники играли сравнительно незначительную роль.

Начавшееся потепление повело к интенсивному таянию горных и материковых ледников. Выносимый талыми водами и отчасти ветром моренный материал откладывался на равнинах, засыпая фирновые поля. Нам неизвестно, насколько далеко в горы ушли глетчеры и не исчезли ли они совсем. Последнее, впрочем, мало вероятно. Одновременно с таянием льдов началась морская трансгрессия, прослеживающаяся почти на всем побережье от Баренцова до Берингова и Охотского морей включительно. Лишь береговая полоса от устья Оленека до мыса Шмидта нигде не заключает морских осадков. Отчасти это, возможно, объясняется слабой степенью изученности, но вероятнее связано с тем, что даже после опускания суши в конце первой ледниковой эпохи береговая линия здесь все еще находилась много севернее своих современных пределов (М. М. Ермолаев, 19). Поэтому следы трансгрессии мы находим только на самых северных островах (Новая Сибирь, Фаддеевский).

С момента этой трансгрессии от материка отделился ряд островов в Ледовитом океане, до того составлявших с ним одно целое (о-в Врангеля, Северная Земля, возможно, частью Новосибирские острова), и, вероятно, образовался Берингов пролив.

Вопрос о том, как отразился перерыв в оледенении на геологических процессах внутри страны, к сожалению, еще плохо освещен. Межледниковых отложений мы нигде не знаем, за исключением торфяника на западном склоне Северного Урала, описанного А. А. Черновым (49), и межледниковой серии, выделяемой на Новосибирских островах М. М. Ермолаевым (19).

Большинство исследователей говорит лишь о периоде эрозии между первым и вторым оледенениями. Некоторое основание для разделения оледенений все-таки дает вышеописанная трансгрессия, к концу теплого периода сменившаяся, повидимому повсеместно, отступанием моря.

Новое похолодание вызвало усиление ледниковой деятельности в горах, но нигде или почти нигде в Северной Сибири ледники не достигли тех размеров, какие они имели в эпоху первого оледенения. Климат был менее суровым, что явствует из того, что на равнинах накопление фирновых полей не происходило в сколько-нибудь ощутительных масштабах. Тем не менее, на Аляске это оледенение было, как указывает С. Р. Кэпс (54), максимальным. И в США, как мы знаем из работ Фр. Леверетта (58), в некоторых районах поздне-висконсинские ледники выходили за пределы всех прочих стадий и оледенений. Поэтому не исключена возможность установления максимальности последнего оледенения и на некоторых участках нашего северо-востока.

Глетчеры второго оледенения стали отступать и, наконец, совсем исчезли в связи с новым потеплением, приведшим к эпохе послеледникового климатического оптимума.

Это время ознаменовалось наибольшим продвижением на север лесной растительности, остатки которой чрезвычайно часто встречаются в отложениях современных тундр. По мнению ряда исследователей, потепление климата сопровождалось увеличением континентальности, почему обширные пространства Сибири оказались заняты степями (А. А. Григорьев, 11, А. Я. Тугаринов, 44). Известное подтверждение этому мы находим в характере ископаемых фаун, по большей части представляющих сочетание арктических и степных форм. Затем, по мере нового увлажнения климата, степи стали вытесняться лесами.

Картина постепенного изменения лесной растительности для Восточной Сибири великолепно иллюстрируется разрезами верхнеалданских торфяников, описанных В. В. Алабышевым (2).

Таблица последовательности оледенений

Эпоха \ Районы	Аляска	Чукотско-Анадырский край	Колымско-Индигирский край	Новосибирские острова и побережье Ледовитого океана	Верхоянье
Послеледниковая эпоха		В послеледниковое время на всем громадном про ное потепление, когда граница распространения ле север по сравнению со своим современным положе данием, последствия которого			
				Следы небольшой трансгрессии на о-ве Котельном	
Ледниковая эпоха — Второе оледенение	Поздневисконсинское оледенение горных областей Аляски и сплошное в Канаде	Горное оледенение альпийского типа, возможно многофазное	Горное оледенение альпийского типа	Незначительное оледенение в северной части архипелага	Оледенение альпийского типа, не выходившее за пределы горных долин
Межледниковое время	Период эрозии. Возможно, трансгрессия на побережье Ледовитого океана и Берингова моря	Морская трансгрессия на побережье Ледовитого океана и Берингова моря	Морская трансгрессия на побережье Охотского моря	Морская трансгрессия в северной части архипелага (о.Фаддеевский, Новая Сибирь). Развитие озер. Расцвет наземной фауны	Период эрозии
Первое оледенение	Довисконсинское оледенение (рр. Мульчатна, Ненана)	Горное оледенение, близкое к покровному. Накопление фирнового снега в депрессиях	Горное оледенение скандинавского типа (двухфазн.). Накопление неподвижных фирновых полей на равнинах	Накопление неподвижных фирновых полей	Оледенение скандинавского типа на Яно-Индигирском склоне хребта и альпийского типа на Лено-Алданском
Доледниковая эпоха				Доледниковые отложения с флорой на р. Омолое и у оз. Тастах.	

в отдельных районах Северной Сибири

Алдано-Вилюйская область	Лено-Хатангская область	Таймыр и Центральное Сибирское плато	Западная Сибирь и Урал	Европейская часть СССР
странстве Северной Сибири наблюдалось значительной растительности заходила гораздо дальше на нием. Потепление это затем сменилось новым похолосказываются до сих пор.				
		Небольшая трансгрессия на побережье Таймыра	Продолжающаяся доныне (?) ингрессия моря в устьях Оби, Таза и Енисея	Позднe- и послеледниковая трансгрессия на побережье Баренцова моря
Отложение верхних горизонтов покровных суглинков	Флювиогляциальные отложения в бассейне Хатанги и Анабара, свидетельствующие о близости ледников	Обширное оледенение на Таймыре и долинные ледники в северной части Центральносибирского плато	Долинное оледенение Урала и его предгорий	Оледенение, доходившее до Главного конечноморенного пояса Русской равнины (*Vistulien* по Г. Гамсу)
	Морская трансгрессия в низовьях Анабара и Хатанги	Большая трансгрессия на Таймыре, отделившая плато Бырранга от материка	Трансгрессия на побережье Карского моря. Межледниковые отложения с теплолюбивой флорой на р. Инте Западного Урала	Бореальная трансгрессия Северного края. Межледниковые или межстадиальные отложения Русской равнины
Отложение песчано-галечниковых слоев, накопление фирновых полей и перекрытие их покровными суглинками	Накопление неподвижных фирновых полей	Сплошное оледенение всего Таймыра и Центрального Сибирского плато (возможно, его северной части)	Материковое оледенение Западной Сибири, покровное оледенение Полярного Урала и оледенение скандинавского типа на Северном Урале	Максимальное днепровско-донское оледенение (*Polandian* по Г. Гамсу)
Озерные осадки с теплолюбивой фауной				Более древние ледниковые и межледниковые отложения

За периодом преобладания березы, более сухим и континентальным, последовал период смешанного леса с примесью дуба, северная граница которого сейчас проходит на 1000 км южнее. Наконец современный период — время господства сосновых лесов — ознаменовался некоторым похолоданием. Торфяники Карской тундры (В. Н. Сукачев, 41, А. А. Егорова, 16) и р. Юрибея (А. И. Зубков, 20) также позволяют выделить эпоху послеледникового климатического оптимума. Последнее недавно происшедшее похолодание, вызвавшее отступание леса к югу, нигде не носило характера начала новой ледниковой эпохи, хотя появление эмбриональных ледников Урала и некоторых других областей, возможно, связано с ним.

Не вполне ясен только вопрос о послеледниковой трансгрессии. М. М. Ермолаев (19) и Н. Н. Урванцев (45) сопоставляют ее для Новосибирских островов, окончательно отделившихся в это время от материка, и для Таймыра с периодом потепления. Напротив, Я. С. Эдельштейн (52) и В. И. Громов (57) считают, что потепление в Западной Сибири сопровождалось регрессией моря и новое наступление его началось только с началом последнего похолодания. Здесь надо отметить, что чем ближе мы приближаемся к настоящему моменту, тем с меньшими отрезками времени нам приходится иметь дело, и тем хуже будут у нас сходиться данные для удаленных друг от друга пунктов. Достаточно посмотреть на карту северного побережья Сибири, чтобы убедиться в различном ходе событий последнего времени для различных участков. Громадная дельта Лены совершенно не вяжется с эстуариями Оби и Енисея, что наглядно показывает невозможность уложить отдельные моменты истории Северной Сибири в одну общую схему. Тем не менее геологические явления в длительные промежутки времени на всем севере Сибири протекали вполне закономерно.

ЛИТЕРАТУРА

1. Агафонов И. И., Зонов Б. В., Кротов М. А. и Утенко П. Е.— Индигирская экспедиция. Изд. Упр. по иссл. и проектированию на реках Восточной Сибири, 1933.

2. Алабышев В. В.—О находке пыльцы дуба в торфяниках центральной Якутии в связи с их характеристикой. Труды ком. по изуч. четв. пер., т. II., 1932.

3. Благовидов Н. Л.—Четвертичные отложения, климат и почвы бассейна р. Тюнг. Труды СОПС, серия Якутская, вып. 18, 1935.

4. Вакар В. А.—Геологические исследования в бассейне р. Березовки Колымского округа. Изв. ВГРО, т. 50, вып. 65, 1931.

5. Вакар В. А.—Геологические наблюдения в полярной части хребта Черского. Изв. ВГРО, т. 51, вып. 49, 1932.

6. Варсонофьева В. А.—О следах оледенения на Северном Урале. Труды ком. по изуч. четв. пер., т. III, вып. 2, 1933.

7. Воллосович К. А.—Мамонт острова Большого Ляховского (Новосибирские о-ва). Зап. Минерал. О-ва, II серия. ч. 50, 1915.

8. Воллосович К. А.— Геологические наблюдения в тундре между нижними течениями рек Лены и Колымы. Труды ком. по изуч. Якутск. АССР, т. XV, 1930.

9. Герасимов А. П.—Геологическая карта Ленского золотоносного района. Описание листа III—6. Геол. иссл. в золотонос. обл. Сибири, 1907.

10. Городков Б. Н.—Почвы Гыданской тундры. Труды Полярн. ком., вып. 7, 1932.

11. Григорьев А. А.— Геология, рельеф и почвы сев.-зап. части Ленско-Алданского плато и Верхоянского хребта по данным экспедиции 1925 г. Мат. ком. по изуч. Якутск. АССР, вып. 4, 1926.

12. Григорьев А. А.—Морфология северо-восточной части Вилюйского округа. Мат. ком. по изуч. Якутск. АССР, вып. 31, 1930.

13. Григорьев А. А. — Об оледенении Якутии в четвертичный период. Труды ком. по изуч. четв. пер., т. I, 1932.

14. Громов В. И.—Проблема множественности оледенений в связи с изучением четвертичных млекопитающих. Пробл. сов. геол. № 7, 1933.

15. Дитмар В. Г.—Геологические исследования в верховьях р. Вилюя. Изв. Гос. Геогр. общ., т. 66, вып. I, 1934.

16. Егорова А. А.—Некоторые данные пыльцевого анализа торфяников Карской тундры. Бюлл. ком. по изуч. четв. пер., № 2, 1930.

17. Ермилов И. Я.— Геологические исследования на Гыданском полуострове в 1927 г. Труды Полярн. ком., вып. 20, 1935.

18. Ермолаев М. М.— Геологический и геоморфологический очерк острова Большого Ляховского. Труды СОПС, серия Якутская, вып. 7, 1932.

19. Ермолаев М. М.— Геология и полезные ископаемые Ново-Сибирского архипелага. Труды СОПС. „Якутская АССР", вып. 2, 1933.

20. Зубков А. И.—К вопросу об изменении климата на севере Сибири в послеледниковое время. Труды Полярн. ком., вып. 5, 1931.

21. Кальянов В. П.—Отчет о геоморфологических работах в рейсе ледореза „Ф. Литке" к острову Врангеля в 1929 г. Труды Гос. Океанограф. Инст., т. IV, вып. 2, 1934.

22. Криштофович А. Н.—Американский серый орех (*Juglans cinerea L.*) из пресноводных отложений Якутской Области. Труды Геол. Ком. Новая серия, вып. 124, 1915.

23. Лазуркин В. М.—Геологический очерк юго-восточной части Хараулахского хребта. Труды Аркт. инст. т. XLVIII, 1936.

24. Обручев В. А.— Признаки ледникового периода в северной и центральной Азии. Бюлл. ком. по изуч. четвер. пер., № 3, 1931.

25. Обручев С. В.— Тунгусский бассейн (южная и западная часть), т. I. Геологический очерк. Труды ВГРО, вып. 164, 1932.

26. Обручев С. В.— Колымско-Индигирский район. Геоморфологический очерк. Труды СОПС. „Якутская АССР", вып. I, 1932.

27. Обручев С. В.— Индигирская экспедиция 1926 г., т. II. Геологический очерк. Труды ВГРО, вып. 299, 1933.

28. Обручев С. В. и Салищев К. А.— Чукотская летная экспедиция 1932—33 гг., вып. I. Труды Аркт. инст. т. LV, 1936.

29. Павлова М. В.— Описание ископаемых млекопитающих, собранных Русской полярной экспедицией в 1900—1903 гг. Зап. Акад. наук. VIII серия, т. XXI, № I, 1906.

30. Пархоменко С. Г.— Некоторые данные о природе Нижнеленского края. Труды ком. по изуч. Якутск. АССР, т. III, 1928.

31. Полевой П. И.— Анадырский край, ч. I. Главнейшие результаты Анадырской экспедиции. Труды Геол. Ком. Новая серия, вып. 140, 1915.

32. Рожков Б. Н., Моор Г. Г. и Ткаченко Б. В.— Материалы по геологии и петрографии Анабарского докембрия и окружающего его нижнего палеозоя. Труды Аркт. инст., т. LXVI, 1936.

33. Романов А. А.— Из геоморфологических наблюдений в Хараулахском хребте. Труды Аркт. инст., т. XIII, 1934.

34. Сакс В. Н.— О расчленении ледниковых отложений в странах Восточной Европы. Пробл. сов. геол., № 7, 1935.

35. Севастьянов Д. П.—Об оледенении крайнего северо-востока Сибири. Дневн. XII съезда естеств. и врачей в 1910 г., Москва, 1910.

36. Слодкевич В. С.—Фауна моллюсков из плейстоценовых отложений побережья залива Лаврентия (Чукотский полуостров). Труды Лен. Общ. естествоиспыт., т. 64, вып. I, 1935.

37. Соколов А. В.— Движение береговой черты Сибирского моря. Зап. по гидрогр., № 60, 1930.

38. Сочава В. Б.— По тундрам бассейна Пенжинской губы. Изв. Гос. Геогр. общ., т. 64, вып. 4—5, 1932.

39. Сочава В. Б.— Тундры бассейна реки Анабары. Изв. Гос. Геогр. общ., т. 65, вып. 4, 1933.

40. Сукачев В. Н.— Некоторые данные о доледниковой флоре севера Сибири. Труды Геолог. музея Акад. наук, т. IV, вып. 4, 1910.

41. Сукачев В. Н.— К вопросу об изменении климата и растительности в послетретичное время на севере Сибири. Метеоролог. Вестник, № 1—4, 1922.

42. Толль Э. В.— Очерк геологии Новосибирских островов и важнейшие задачи исследования полярных стран. Зап. Акад. наук, VIII серия, т. IX. № 1, 1899.

43. Толмачев А. И.— Об оледенении Таймыра. Изв. Акад. наук СССР, № 1, 1931.

44. Тугаринов А. Я.— Опыт истории арктической фауны Евразии. Труды II международн. конференции Ассоциации по изуч. четв. пер. Европы, вып. V, 1934.

45. Урванцев Н. Н.— Четвертичное оледенение Таймыра. Бюлл. Ком. по изуч. четв. пер., № 3, 1931.

46. Урванцев Н. Н.— Северная Земля. Краткий очерк исследования Изд. Аркт. инст., 1933.

47. Хмызников П. К. — Предварительный отчет о работах Нижне-Ленского геоморфологического отряда в 1926 г. Мат. ком. по изучению Якутской АССР, вып. 10, 1927.

48. Хмызников П. К. — Геоморфологический очерк Ленско-Янского края. Труды СОПС. „Якутская АССР", вып. I, 1932.

49. Чернов А. А. и Пономарев Т. Н. — Разведка на каменный уголь по реке Большой Инте в Печорском крае в 1927 г. Изв. Геол. Ком., т. 47, вып. 7, 1929.

50. Чирихин Ю. Д. — Вечная мерзлота бассейна реки Индигирки. Труды ком. по изуч. вечн. мерзлоты, т. III, 1934.

51. Эдельштейн Я. С. — Геологический очерк Западно-Сибирской равнины. Изв. Зап.-Сиб. отд. Русск. Геогр. Общ., т. V, 1925—26.

52. Эдельштейн Я. С. — К вопросу об оледенении севера Западно-Сибирской равнины. Природа № 6, 1931.

53. Эдельштейн Я. С. — Устройство поверхности и основные геоморфологические особенности северных районов СССР. Геология и полезные ископаемые Севера СССР, т. I, 1935.

54. Capps S. R.—Glaciation in Alaska. U. S. Geol. Survey, Prof. Paper 170 A. 1931.

55. Collier A. J., Hess F. L., Smith P. S. and Brooks A. H. — The gold placers of parts of Seward Peninsula, including the Nome, Council, Kougarok, Port Clarence and Goodhope *precincts*. U. S. Geol. Survey Bull. 328, 1908.

56. Gams H. — Über das Alter der Flora und Fauna von Starunia. Roczn-Polsk. Tow. Geol. t. X, 1934.

57. Gromoff V. — Über die Spuren einer postglazialen Ingression der Seen in den Obj-und Jenisseimündungen. Eiszeit und Urgeschichte. Bd. VII, 1930.

58. Leverett F. — The pleistocene glacial stages: were there more than four? Proc. Amer. Philos. Soc., 65, 1926.

59. Smith P. S. and Mertie J. B. — Geology and mineral resources of northwestern Alaska. U. S. Geol. Survey Bull. 815, 1930.

60. Soczawa W. B. — Das Anadyrgebiet. Zeitschr. d. Ges. f. Erdk. № 7—8, 1930.

Примечание. В список литературы не включены неопубликованные работы, хранящиеся в фондовом отделе Арктического института, на авторов которых имеются ссылки в тексте настоящей статьи.

ON THE QUATERNARY GLACIATION OF THE NORTH FO SIBERIA

BY V. N. SACHS

SUMMARY

Numerous investigations carried out in the past few years by the Arctic Institute and other organizations in North-Siberia have fumished many fresh data on the quaternary glaciation of this country. The well-known thesis of V. A. Obruchev (24) of the existence in the North of Asia of an uninterrupted glacial cover, at the present time cannot but be disputed.

A brief survey of the traces of the glacial period in separate districts of circumpolar Siberia, according to the latest data, led the author to the conclusion set forth below, and it is reflected in the schematical map of the distribution of the quaternary glaciation in the north of Siberia (see supplement).

Of the pre-glacial epoch we may form an idea only by finds of flora on the Omoloi River, between the lower reaches of the Rivers Lena and Yana (V. N. Sukachev, 40) and on the Aldan R. (A. N. Krishtofovich, 22). This flora testifies to a warmer climate, than at the present time and includes forms preserved at present in North America only, which speaks of a close connection, at that period, between Asia and America.

The first authentically known glaciation of North Siberia may be compared to the pre-Wisconsin glaciation, distinguished by S. R. Capps (54) in Alaska and to the maximum glaciation of the European part of the USSR., which the author ascribes to the Würmian stage (34). In East Siberia it was adapted but to the mountainous regions, forming solid covers at the foot of the mountain ranges only. In West Siberia, on the contrary, existed at that time a glaciation of the continental type, which embraced the West Siberian lowland, the Taimyr Peninsula and the western part of the Central-Siberian Plateau, joining, across the Ural, the glacial shield of Northern Europe.

The vast plains of East-Siberia were not occoupied by glaciers, but there took place an accumulation of immobile nèvè fields, preserved up to the present time, in the form of fossile ice. The shore of the Polar Sea, at that period, was situated much farther north and the Islands Severnaya Zemlya, New-Siberian, Wrangel probably were united with the mainland.

The following warmer period, evidently of short duration, caused the receding of the glaciers far into the mountains, the disappearance of the continental ice in West-Siberia; the filling up of the plains of East-Siberia with the products of the destruction of the nèvè fields by the sea and it synchronized with the marine transgression. Traces of the latter may be found nearly everywhere on the coasts of the Polar, Bering and Okhotsk Seas. Nowhere among the continental deposits of North-Siberia could there be distinguished any interglacial layers. An exeption present the New-Siberian Islands, an interglacial series of which has been described by M. M. Yermolaev (19) and the western slope of the Ural, where A. A. Chernov found an interglacial turf-pit on the Great Inta River.

A fresh colder period was accompanied by a second advance of the glaciers, which, however nowhere in Siberia reached the former limits.

The accumulation of névé fields in the plains did not more take place to any large extent. This glaciation evidently correspondens to the later Wisconsin glaciation of Alaska, which — as has been poindet out by S. R. Capps (54) — was the maximum one and may be compared with the second Würmian stage or the Neo-Würmian of Europe. In the north of Siberia the glaciers of the period of the second glaciation bore mostly an alpine character and did not pass the boundaries of the mountain valleys. The cover-type glaciation existed, probably, only on the Taimyr Peninsula. The West-Siberian lowland remained free from ice. Simultaneously with the increase in the glacial activity began the regression of the sea.

The glaciers of the second glaciation began to recede and finally disappeared entirely, in connection with the climate having got warmer again, which led to the advance far to the north of the forest-vegetation (epoch of the post-glacial climatic optimum). Possibly even then already began the post-glacial transgression, which left its traces in West-Siberia, on the Taimyr Peninsula and on Kotelnyi Island, of the group of the New-Siberian Islands. According to the supposition of some investigators, this transgression is at present in a state of retreating, though still greater areas occupied by it are lying below the sea-level (the estuaries of the Ob, Tas and Yenissey). The final separation of the New-Siberian Islands from the mainland is also connected with the post-glacial transgression.

Not long ago occurred a fresh wave of cold, which shifted the forest borders, in the whole of Siberia, to the South, which however nowhere bore the character of the setting in of a fresh glacial epoch.

DIE GRUNDLAGEN EINER INTERKONTINENTALEN HOMOTAXIS

V. TANNER

(Universität Helsingfors) [1]

Bei dem methodischen Erforschen der Erscheinungen in der Natur macht sich gegenwärtig das Bedürfnis nach Erkennung ihres Ursprungs und ihrer gegenseitigen Kausalitätsverhältnisse in stets wachsendem Grade fühlbar. Um aber die zwischen den Erscheinungen geltenden Kausalitätsverhältnisse in einer zuverlässigen Weise beurteilen zu können, ist es eine notwendige Voraussetzung, dass uns ihre zeitliche Aufeinanderfolge bekannt ist. Ohne eine stichhaltige Datierung der einzelnen Erscheinungen könnte sogar das Erforschen unmerklich in Paralogismen resultieren.

Ich gestatte mir das Gesagte mit einigen Beispielen zu erläutern.

Noch vor einigen Jahrzehnten wurde in Fennoskandia der Versuch gemacht, mittels der so genannten „marinen Grenzen" die grösste Ausbreitung des spätglazialen Meeres zu ermitteln.

Man dachte sich, dass die sogenannten „höchsten marinen Grenzen" — ihrem physiographischen Habitus nach ja die höchsten alten Strandlinien, — einander gleichwertig sind. Da sie aber zugleich die Grenze zwischen sub- und supramarinem Land bezeichnen, müssten sie zusammengenommen selbstverständlich die grösste Ausbreitung des spätglazialen Meeres darstellen. Als nun aber der Zeitmoment in Erwägung gezogen wurde, stellte es sich heraus, was ich selbst noch 1905 in N-Fennoskandia nachwies (Fig. 1), dass die als synchron kanonisierten „marinen Grenzen" im allgemeinen nicht gleichwertig, ja, nicht einmal alle wirkliche „marine Grenzen" waren. Die falsche Analogie entstand dadurch, dass man physiographische Homologien und geologische Equivalente hat identifizieren wollen.

[1] Vorgetr. in der Akademie d. Wissenschaften zu Leningrad 6. Mai 1933.

Nehmen wir ein anderes Beispiel. Der Fossilienbestand der marinen Ablagerungen an den fennoskandischen Küsten entlang hat uns gelehrt, dass nach der Eiszeit klimatisch milde Zeiträume mit kühlen Perioden gewechselt haben. Die Ursache dieses Phänomens kann in zwei Bedingungen zu suchen sein: 1. in Temperaturveränderungen mit planetarischer Ausbreitung, oder 2. Veränderungen in der Kapazität der grossen fennoskandischen Kalorifère, d. h. Veränderungen in der Intensität der wärmebringenden nordost-atlantischen Meeresströmung. Diese Veränderungen können entweder (a) durch eine Senkung der Schwellen am Meeresboden zwischen Schottland und Island, oder (b) durch eine Erhöhung der Ozeanfläche selbst hervorgerufen worden sein. Welche von diesen Alternativen (resp. Unteralternativen), in jedem einzelnen Falle verantwortlich ist, kann mit Kenntnis ausschliesslich der fennoskandischen Verhältnisse unmöglich bestimmt werden. Ehe man überhaupt auf eine sachliche Diskussion des Problems eingehen darf, ist es notwendig, den Grad der Gleichzeitigkeit der verschiedenen Phasen in der Entwicklung auch den übrigen Küsten des Nordatlanten entlang und in Fennoskandia zu kennen. Stellt es sich dann heraus, dass an allen Punkten rings um den Nordatlanten die Wärmezeiten mit den kühlen Perioden in isochroner Reihenfolge gewechselt haben, so würde ja dieser Umstand dafür sprechen, dass die Wärmewechselungen von planetarischer Ausbreitung gewesen sind und durch kosmische Ursachen hervorgerufen wurden. Falls die Wärmephasen metachron aufgetreten sind, ist die Alternative 2 gültig, und es würde dann die Aufgabe sein, nach Maassgabe der geographischen Verteilung der von einander abweichenden Temperaturveränderungen, über die der Fossilienbestand in den Ablagerungen Auskunft erteilt, herzuleiten, ob die Unteralternative *a* (Senkung der Schwellen), oder *b* (Hebung der Meeresoberfläche) uns die richtige Deutung der Erscheinungen geben kann.

Hierbei ist zu befürchten, dass man zu ganz falschen Analogien kommen kann, wenn man ohne Weiteres die gleichgebauten Lagerfolgen z. B. in den zwei Nordkontinenten parallelisiert, ohne die exakte chronologische Stellung, der verschiedenen Schichten in Betracht zu ziehen. Leider sind die herumgehenden Beweise gerade in diesem Falle nichts ungewöhnliches, so haben z. B. die Torfpaläontologen mittels Torfmoosprofilen Schichten in Fennoskandia und Kanada parallelisieren wollen.

Noch ein drittes Beispiel können wir anführen. Die Paläobiologen, inkl. Ethnologen und Archäologen, operieren in grossem Maas-

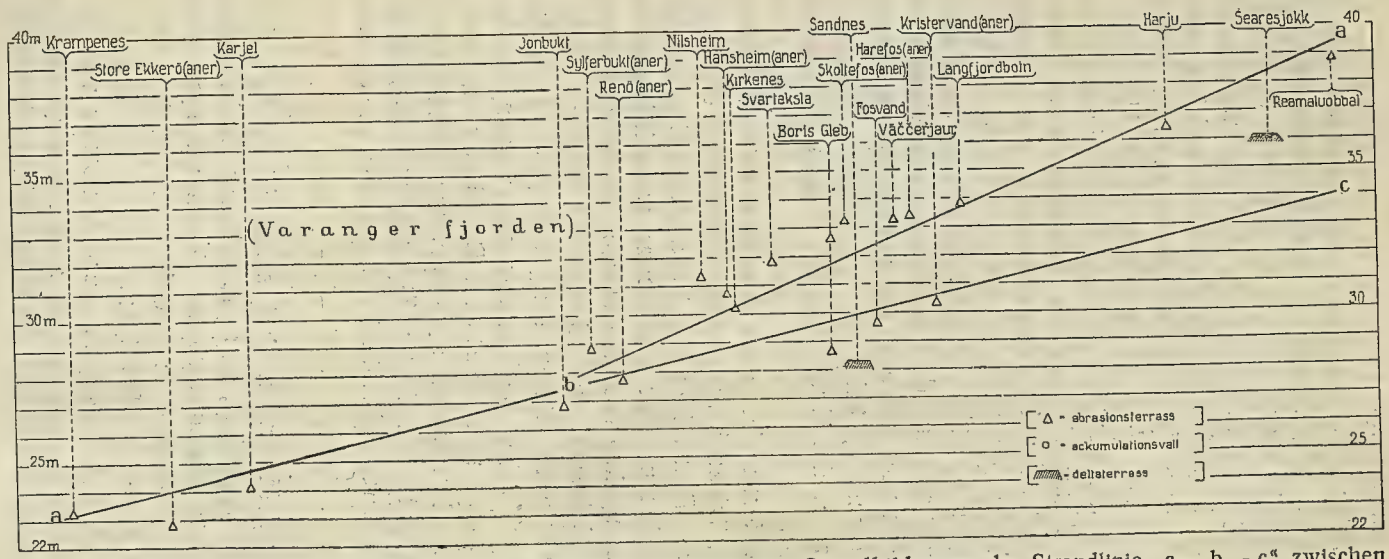


Fig. 1. Diagramm des Niveaus, welches das Verhältnis zwischen den Strandbildungen der Strandlinie „a — b — c“ zwischen Krampenes der Varanger-Halbinsel und Reama'luobbal im Patsjoki darstellt.

stabe mit Wanderungen von Tieren und Pflanzen, wobei Assoziationen ganz oder teilweise substituiert worden sind. Es ist ja offenbar, dass solche Wanderungen stattgefunden haben, ihre Richtungen sind ja mittels historischer Angaben, Relikten und anderer nachgebliebenen Spuren zu verfolgen. Aus der vorgeschichtlichen Zeit sind aber die betreffenden Indikationen spärlich und es ist nicht ungewöhnlich, dass die Spekulation in solchen Fällen die Lücken unseres faktischen Wissens ausfüllen muss. Um aber z. B. die Ursachen, die genannten Wanderungen beurteilen zu können, muss ihr Zusammenhang mit anderen Erscheinungen klargelegt werden, Solches bedingt aber die Voraussetzung, um zuverlässige Schlüsse ziehen zu können, dass die chronologische Klassifizierung der Einzelerscheinungen in einer objektiven Weise festgestellt worden ist. Schlüsse ziehen nur aus den Gerätstypen in einer Kulturschicht unter Abstrahieren von der exakten chronologischen Stellung der betreffenden Schichten, kann zu vollständig falschen Folgerungen führen; was z. B. die Erfahrung mit dem fennoskandischen Epipaläoliticum zeigt.

Wir konstatieren also, dass das Bedürfnis nach einer relativen— und wenn möglich auch absoluten— Datierung der Einzelerscheinungen, d. h. das Feststellen der isochronen Equivalente in den verschiedenen Teilen unserer Erde, oder, was wir hier erstreben wollen, eine objektive interkontinentale Homotaxis der Ablagerungen, besonders auf den Gebieten, wo Geologie, Biologie, Archäologie, u. a. Wissenschaften konnektieren, sich stark geltend macht. In der Darstellung, die ich mich beehre hier vorzulegen, wird also dasselbe Ziel inkludiert, das u. a. Gerard De Geer in seinen Versuchen, transatlantische Konnexionen mittels der Bändertone zu erreichen, vorgeschwebt hat. Um dieses Ziel zu erreichen, bediene ich mich jedoch ganz anderer Hilfsmittel als De Geer es tut.

Verschiedene Methoden sind schon früher bei den Versuchen, eine Homataxis quartärer, in beträchtlicher Entfernung von einander belegenen Ablagerungen, also bei Fernkonnexionsversuchen, zu erreichen, geprüft worden. Ich werde im folgenden einige der wichtigsten dieser Methoden berühren.

In erster Linie hat man bei der Homotaxis von Quartärablagerungen die klassische geologische Methode angewandt, welche darin besteht, dass man die Schichten ihrer paläontologischen Zusammen-

setzung nach parallelisiert. Es ist aber bekannt, dass die Zusammensetzung der Artassoziationen in hohem Grade von lokalen Einflüssen bedingt wird. Was z. B. das Tierleben an den fennoskandischen Meeresküsten betrifft, so hat es sich besonders durch Øyens Arbeiten ergeben, dass die Zusammensetzung jetzt wie auch früher in beträchtlichem Grade von sowohl der Latitude als den edaphischen Verhältnissen, dem submarinen Relief und den dadurch hervorgerufenen Veränderungen der Meeresströmungen, von der Temperatur, dem Salz und Sedimentgehalte, u. a. Faktoren abhängig ist. Daraus, entstehen, was die Geologen Faziesbildungen nennen, die, obgleich streng synchron, sehr abweichende Zusammensetzungen unter einander auch innerhalb eng begrenzter Gebiete haben können. Identische faunistische Zusammensetzung gibt also umgekehrt keine Garantie für den Synchronismus der Schichten. Als Beispiel können wir das postglaziale Vorkomnis von *Tellina torelli* nennen. Diese hyperarktische Molluskenart ist, soweit meine Erfahrung reicht, das allgemeinste Leitfossil in dem wirklichen Yoldia Tone ausserhalb der Salpausselkä-Linie, z. B. in Dänemark, und sogar allgemeiner als die grosse Form der *Yoldia arctica*. Wie mir der bedeutendste Quartärpaläontologe Norwegens, Øyen, mitgeteilt hat, fehlt in Südnorwegen *Tellina torelli* innerhalb der Raer (die Randmoränen), die dem Salpausselkä entsprechen, vollständig. Die betreffende Art habe ich dagegen weit innerhalb der Salpausselkä-Equirezesse im nördlichsten Fennoskandia, in Petsamo angetroffen. Wir können als weiteres Beispiel auch die *Zirphaea crispata* nennen. Diese Art ist in Dänemark ein Leitfossil für die s. g. „Zirphaea-Senkung", welche der fennoskandischen Portlandia-Transgression, resp. dem episodischen baltischen „Yoldia-Meere" entspricht. Diese Art machte ihre Einwanderung nach der Eismeerküste erst während des postglazialen Klimaoptimum, während der s. g. „Tapes-Zeit". Später, während der Eiszeit, als die Temperatur anfing zu sinken, ist sie dort wieder ausgestorben. Nach De Geers s. g. geochronologischer Zeitskala würde zwischen dem ersten Auftreten von *Zirphaea* in Dänemark und ihrer Einwanderung nach der Eismeerküste ein Zeitraum von etwa 4000 Jahren liegen. Die Molluskenart *Aporrhaispes pelicani* ist auch erst während des postglazialen Klimaoptimums nach der fennoskandischen Eismeerküste eingewandert, sie kam aber schon 3000 Jahre früher in Südnorwegen vor, was Assoziationen in den Ablagerungen der ozeanischen Litorinazeit, die dem Früh-Anzylus im Baltikum entspricht, beweisen. Dies alles entspricht den Ver-

hältnissen, welche von Sars, Sparre, Schneider, Knipowitsch, Nordgaard, Soot-Ryen, Zenkewitsch u. a. für die rezenten Fazies nachgewiesen wurden. Daraus geht aber hervor, dass die marinen Leitfossilien nicht einmal innerhalb des fennoskandischen Gebietes als objektive Grundlage bei der Feststellung der chronologischen Reihenfolge der postglazialen Schichten mit einer so scharfen Ausgeprägtheit dienen können wie es die moderne Quartärgeologie erfordert und auch in der Praxis in mehreren Fällen sich als durchführbar erwiesen hat. Wären die synchronen quartären Schichten zusammenhängend, so würde man ihre Homotaxis durchführen können; im Allgemeinen sind aber nur kümmerliche fazielle Reste derselben da. Falls mit dergleichen Resten sich nicht einige andere Indikationen verbinden, z. B. konkordante vulkanische Aschenschichten, charakteristische petrographische Fazienwechsel und dergl., so ist die Homotaxis auf paläontologischer Grundlage eine sehr delikate Aufgabe, auch wenn es nur für kurze Abstände gilt. Umso mehr kann behauptet werden, dass diese Methode, z. B. für transozeanische Fernkonnexionen garnicht taugt.

Für die Homotaxis der subaquatisch abgesetzten, spätquartären Schichten gibt es eine andere Methode, welche während der letzten Jahrzehnte hat viel von sich reden lassen, nämlich die auf die Mächtigkeitsvariationen der Warwen in warwigen Sedimenten, z. B. im Bändertone (Kropotkin, De Geer), gegründete Methode.

De Geer hat diese Methode in dem klassischen Stockholm—Gebiete durchgeführt. Aus eigener Erfahrung unter De Geers liebenswürdiger Führung möchte ich sagen, dass es tatsächlich eine vortreffliche Methode beim Feststellen des Zusammenhanges von Bändertonschichten in kleineren geschlossenen Gebieten ist. Durch Saura mos Untersuchungen in Finnland hat sich auch herausgestellt, dass diese Methode mit Zuverlässigkeit die Korrelation von Messungen der Mächtigkeitsvariationen an Stationen, die in der Richtung der Equizessen in bedeutender Entfernung von einander gelegen sind, gestattet. Ganz anders verhält es sich mit der Korrelation von Schichtenserien, die in von einander weitenfernten und in klimatischer Hinsicht abweichenden geographischen Provinzen liegen. Die Warwenmessungsmethode gründet sich prinzipiell auf die Prämisse, dass die Mächtigkeit der Warwen im konstanten Verhältnis zur Insolation steht, und dass die Veränderungen der letzteren sich in der ersteren abspiegeln. Aber nicht die wechselnde totale Einstrahlung, sondern der Temperatureffekt derselben während des Sommers, ist der erste

treibende Faktor beim Abschmelzen des Landeises und bei der Bildung des tonigen Schlammes gewesen. Dieser Temperatureffekt wird aber nicht ausschliesslich durch die Energiezufuhr von der Sonne bestimmt, sondern auch durch die Wirkung lokal verschiedener meteorologischer und geophysischer Erscheinungen modifiziert. Diese können dazu so bedeutende Abweichungen im Gang der Temperatur und damit im Mächtigkeitswechsel der Warwen an weit von einander belegenen Lokalitäten hervorrufen, dass wir berechtigt sind, von lokalklimatisch verursachten anomalen Sedimentierungsbedingungen zu sprechen. Wollen wir einigermasen Kontinuität in der Stromverteilung im Nordatlanten in der postglazialen Zeit voraussetzen, so scheint dafür keine Wahrscheinlichkeit vorzuliegen, dass die klimatischen Veränderungen an den nordamerikanischen Küsten sich parallel mit denen an den fennoskandischen Küsten abgespielt hätten. Bis jetzt ist es auch niemals in überzeugender Weise nachgewiesen worden, dass diese Methode sich für eine Fernkonnexion zwischen Kontinenten geeignet hätte. Antevs, welcher vielseitiger und unter günstigeren Bedingungen als irgend ein anderer bisher oder jetzt mit den geochronologischen Problemen sich befasst hat, äussert sich in einem im Jahre 1930 erschienenen Artikel: „At present there is no prospect of being able to correlate varves across the Atlantic. The attempts, that have been made... do not deserve serious consideration."—Ich schliesse mich Antevs Auffassung an.

Eine dritte Methode für die Homotaxis der Ablagerungen ist die von Lagerheim um die letzte Jahrhundertwende ausgearbeitete und später besonders von v. Post entwickelte Pollenanalyse, die gegenwärtig ebenso in Hochkonjunktur steht. Die Erfahrung zeigt, dass die Pollen der verschiedenen Pflanzenarten in bestimmten Proportionen in bestimmten Schichten vorkommen, und die Homotaxis gründet sich deshalb in diesem Falle auf das quantitative Feststellen der Veränderungen, die in den Pollenassoziationen der auf einander folgenden Schichten, nachzuweisen sind. Wie aber viele Forscher und besonders v. Post stark hervorheben, bedingt die Anwendung dieser Methode einen sehr hohen Grad von Kritik. Für begrenzte Bezirke in Fennoskandia scheint die Methode für des Parallelisieren von sowohl terrestrischen als aquatischen Sedimenten sehr gut anwendbar zu sein. Aber, erst wenn eine grössere regionale Untersuchung vorliegt, deren Resultate durch andere Methoden bestätigt werden, ist es möglich, über die Grenzen für das Gültigkeitsgebiet der Methode zu streiten. Unabhängig davon kann man schon jetzt

konstatieren, dass z. B. bei den transozeanischen Fernkonnexionen die Pollenanalyse ebenso wenig als die Tonwarwenmethode oder die Molluskenassoziationen als Grundlage einer eindeutigen Homotaxis gebraucht werden kann. Dies hängt damit zusammen, dass während der postglazialen Entwicklung die klimatischen Veränderungen an den verschiedenen Lokalitäten nicht parallel verlaufen sein können.

Dasselbe könnte auch von der Methode gesagt werden, welche sich auf die Variationen der Mächtigkeit der Jahresringe in Bäumen gründet, die von Pokorny (1869) herstammt. Diese Methode fusst auf der Vorstellung, dass das Cambium der Bäume die Eigenschaft besitzt, in einer sehr fühlbaren Weise auf die klimatischen Wechselungen zu reagieren. Eine solche Empfindlichkeit kommt, z. B. bei der *Diospyros virginiana* zum Vorschein, welche in den intertropischen Gegenden ein homogenes Holz liefert, aber z. B. im Botanischen Garten zu Wien deutliche Jahresringe ausbildet. Die Methode schien ein Zurückgreifen der exakten Zeitrechung um wenigstens zwei oder drei Jahrtausende in die Vergangenheit zu ermöglichen (Sequoia). Wie aber André und andere gezeigt haben, wird die Bildung von Jahresringen in hohem Grade von den edaphischen Faktoren und der Nutrition beeinflusst und in vielen Fällen ist sie ausserdem eine spezifische Eigenschaft der Art. Nach gegenwärtiger Auffassung bringen die Jahresringe (Ringkurven) die Klimaveränderungen nicht zum direkten Ausdruck. So unsicher als die Methode sich sogar in engbegrenzten Gebieten, z. B. Californien, erwiesen hat, kann man behaupten, dass sie für transozeane Konnexionen allerdings nicht geeignet ist.

Wir brauchen kaum mehrere Beispiele zu nennen. Schon aus dem oben gesagten dürfte hervorgehen, dass das Gültigkeitsgebiet der Homotaxismethoden zwischen solchen Grenzen liegt, innerhalb welcher die lokalklimatischen Abweichungen keine nennenswerte Differenzen zwischen den Temperatureffekten hervorrufen. Die betreffenden Grenzen sind also präsumtiv eng, und wenn man sich denselben nähert, können die Resultate der Homotaxis unmerkbar mehr suggestiv als konklusiv werden. Um eine exakte Koordination von tatsächlich isochronen Erscheinungen an weit von einander entfernten Teilen unserer Erde zu erreichen,¶ hat man deshalb nach einem objektiven Grunde gesucht, der unabhängig wäre von den

verhängnisvollen Einflüssen der divergierenden lokalklimatischen Zustandsveränderungen an den zu kombinierenden Stellen.

Im Folgenden werde ich in grösster Kürze die Herleitung einer Methode schildern, die von den von lokalklimatischen Divergenzen herrührenden Anomalien frei ist. Die Methode ist auf physikalisch simultanen Variationen aufgebaut und entspricht also den angedeuteten Forderungen.

Die stützende Unterlage der gesuchten Methode ist die geophysische Erscheinung, welche gewöhnlich Epeirogenesis genannt wird. Diese Erscheinung bedingt einige einleitende erläuternde Worte.

Vom geologischen Gesichtspunkte ausgehend, scheint es kaum wahrscheinlich, dass auch nur ein einziger Punkt an der Erdoberfläche während einer längeren Zeit seinen geozentrischen Abstand unverändert bewahren könne. Die Bewegungen, welche die betreffenden Veränderungen hervorrufen, spielen sich kurz oder langperiodisch ab. Im ersteren Falle ist von den seismotektonischen Dislokationen, Verwerfungen und Verschiebungen die Rede, im letzteren Falle von orogenetischen und epeirogenetischen Bewegungen; — von den viel umstrittenen epeirophoretischen Bewegungen, d. h. von den „Kontinentalwanderungen“ wird hier vollständig abgesehen.

Es fragt sich nun, wo die Grenze zwischen den orogenetischen und den epeirogenetischen Bewegungen liegt? Die Grenze wird allgemein sowohl in den Handbüchern, als auch in der geläufigen Literatur sehr unklar gezogen oder sie wird überhaupt ganz mit Schweigen übergangen. Als Gilbert nach seinen Studien der gehobenen und deformierten alten Ufern vom eiszeitlichen Lake Bonneville 1890 die Bezeichnung „epeirogenic movements“ lanzierte, fragte er sich selbst, ob wirklich ein wesentlicher Unterschied zwischen den orogenetischen und den epeirogenetischen Bewegungen bestehe. Die Unklarheit darin setzte fort und im Laufe der Zeit wurde in die Gruppe der langperiodischen epeirogenetischen Bewegungen besonders von der deutschen Schule (Schmidt, Wilser, Salomon, Born, u. a.), aber auch von den Franzosen (Dubois, de Martonne) nicht nur solche Bewegungen, die im Sinne Gilberts „epeirogenic“ waren, sondern auch Bewegungen vom Typus „plissement de fond“ (Argand) oder Grundfaltung (Stille) eingegliedert. Meines Erachtens nach sind aber sowohl diese, als

auch jene genetisch ganz heterogene Bewegungen. Die Grundfaltung ist nur eine Form für orogenetische Dislokationen—eine orogene Fernwirkung. Im Gegenteil scheint es mir, dass die Intuition von Gilbert einen ganz richtigen Weg betreten hatte, als er den Term vorschlug. Der Verlauf der orogenetischen Erscheinungen, inklusiv der Grundfaltung, ist nämlich durch endogene Ursachen bestimmt, die epeirogenetischen hingegen sind von exogenen Prozessen ins Spiel gesetzt. Die beiden Typen treten wohl öfterst gemischt auf, und deshalb fiel es ungemein schwer zu beweisen, was man schon seit langem vermutet hatte, nämlich, dass die epeirogenetischen Bewegungen von isostatischer Natur, und vergleichbar z. B. mit den Reaktionen einer Federwage seien. Logisch erscheint der Gedanke, dass in einer Gegend, von welcher durch den Einfluss zeitweise wirkender degradierender Prozesse Material von der Erdkruste wegbefördert worden ist, das Gewicht der Kruste abgenommen hat, während es im Gegenteil da zugenommen hat, wohin das Material zugeführt und abgelagert wurde. Damit zwischen den beiden Krustalteilen, der Degradations- und der Akkumulations-Gegend fortdauernd Gleichgewicht bestehe, ist die erstere Gegend gezwungen, sich entsprechend zu heben, die letztere dagegen zu sinken. Der Verlauf dieser Prozesse ist aber ein sehr langsamer, und es ist deshalb im allgemeinen nicht möglich, die prinzipielle Betrachtung in einfacher Weise durchzuführen. Gegen die indirekte Beweisführung, die sich auf die Gravimetrie stützt (Born, Schwinner) sind von Seiten der Geologen Einwendungen gemacht worden, und auch Geophysiker ersten Ranges sind jetzt der Meinung, dass man die Schwereanomalien in einem so gut erforschten Gebiete wie Fennoskandia mit den Landhebungserscheinungen weder in ein direktes Kausalverhältnis, noch restlos in Einklang bringen kann.

Fast reine epeirogenetische Reaktionsfelder scheinen die einst unter der quartären Eislast niedergedrückten Gebiete (Fennoskandia, Laurentisches Schild) zu sein. Diese haben sich nach dem Verschwinden des Landeises wieder zu heben angefangen, um eine neue Gleichgewichtslage in der Lithospäre herzustellen, und dass solches mit einer Geschwindigkeit geschehen, die dem lokalen Grade der isostatischen Störung entspricht. Dieselbe Reaktion muss sich auch in den Geoantiklinalen entwickelt haben, als diese durch die Abtragung an Gewicht verloren hatten, wie z. B. Nansen es hervorgehoben hat. Im letzteren Falle sind aber viele sekundäre Störungen präsumtiv mit im Spiel, u. a. orogenetische und seismotek-

tonische Nachwirkung und die einfachen primären Erscheinungen sind bis zur Unkenntlichkeit verwischt worden.

Haben sich endogen hervorgerufene Bewegungen zu den exogen bedingten addiert, wie an den Britischen Inseln und Novaja Zemlja der Fall zu sein scheint, so ist die Lösung des Problemes sehr schwierig, da wir nur wenig von der Mechanik der Teilprozesse wissen.

Fig. 2. Ein Versuch der Fixation der Mittelstellung für Isobasen (f) der Portlandia-Yoldia Transgression.

Wir wissen z. B. nicht, welcher Grössenordnung die exogenen Gleichgewichtsdifferenzen zugehören, die sich in epeirogenetischen Bewegungen auslösen. Wir besitzen bis jetzt nur eine Andeutung darauf, dass die Erdkruste für Druckdifferenzen nur auf verhältnismässig grosse Areale (Swanson, Coleman) sehr empfindlich ist. Was schliesslich die Grundfaltung betrifft, so können kaum exogene Störungen für diese sehr aktive orogenetische Bewegungsform verantwortlicht gemacht werden; vergl. das Rheintal und Frankreich.

Ich habe deshalb 1929 vorgeschlagen, dass der Term epeirogenetisch dem durch exogene Ursachen bedingten langsamen Auf und Ab im Bewegungsbild der Erdkruste vorbehalten bleiben sollte, und ich bleibe bei dieser von Gilbert erst ausgesprochenen Ansicht, bis eventuell die Unzweckmässigkeit derselben nachgewiesen worden ist.

Fig. 3. Ein Versuch der Fixation der Isobasen (b) der Tapes-Litorina Transgression.

Als typisches Beispiel epeirogenetischer Bewegungen können wir die Hebung von Fennoskandia in der „Postlitorina Zeit" bezw. der „Postportlandia Zeit" anführen (Fig. 2, 3). Dagegen ist z. B. die rezente Grundfaltung in Frankreich 1857—1884, welche Schmidt beschrieben hat (1922), kaum etwas anderes als eine Fernwirkung der alpinen Orogenesis.

Obgleich diese Frage eigentlich ausserhalb des Rahmens dieses Vortrages fällt, habe ich sie doch erörtern wollen, um dadurch verständlich zu machen, wie leicht in dem Problem, welches wir behandeln werden, schwierig zu entdeckende Störungsmomente eingreifen können.

Unwiderlegbare Zeugnisse vom Verlauf der epeirogenetischen Bewegungen der Erdkruste liefern die alten Hydrosphäroidlagen bezeichnenden erhobenen Strandbildungen, Abrasions- und Akkumulations Terrassen mit oder ohne Fossilien (Fig. 4—11). Die einzelnen Strandbildungen gehören, falls gleichalterig, einer und derselben alten Strandfläche an. Es gibt in Fennoskandia zahlreiche solche erhobenen Strandflächen, die, eine über der anderen liegend, deren Lage zu einander am einfachsten durch graphische Darstellung wiedergegeben werden kann.

Zu diesem Zweck hat man gewöhnlich s. g. Niveaudiagramme angewandt, das heisst Profile in der Richtung des Gradienten, welcher die stärkste Neigung der gehobenen alten Strandfläche angibt, und in demselben hat man in beliebigen Maasstäben auf die Ordinate die Höhe der Strandbildungen ü. d. M. und auf die Abscisse ihren gegenseitigen Abstand auf der Geoide zum Ausdruck gebracht (Fig. 1, 12). Dieses Verfahren setzt voraus, dass die Gradientrichtung und die Abstände der Lokale bekannt sind, sowie dass der Verlauf der Hebung regelmässig verlaufen ist. In beträchtlichen Teilen von Fennockandia ist aber keine dieser Voraussetzungen erfüllt und unter solchen Umständen ist—das zeigt die Praxis—die Gefahr sehr gross, fehlerhafte Kombinationen der einzelnen Beobachtungen zu machen.

Anders verhält sich die Sache, wenn wir die betreffenden Erscheinungen mit dem isostatischen Prinzip übereinstimmend analysieren.

Vorausgesetzt also, dass die Landhebung in Fennoskandia wirklich eine isostatische Erscheinung ist, die ausschliesslich durch die Druckentlastung der Erdkruste beim Verschwinden des Landeises ins Spiel gesetzt wurde, muss, wenn weiter vorausgesetzt wird, dass das epeirogenetische Epizentrum, die Stelle also, wo die Intensität der Bewegung ihr Maximum erreichte, seine geographische Lage während des ganzen Prozesses beibehalten hat, der Betrag der Hinabdrückung der Erdkruste in einem bestimmten Verhältnis zum Gewichte der Belastung stehen. Dies muss gültig sein, falls die Bewegung entweder auf, wie wir es gewöhnlich nennen, plastostatischem oder auf rein elastischem Wege reguliert worden ist — diese sind nur durch die Reaktionszeit unterschieden. Es müssten dann, als die Landhebung beim Abschmelzen des Eises einsetzte, die Geoidlagen, welche die Lithosphäre in bestimmten Zeitmomenten durchschritt, eine Serie von successiven prinzipiell konzentrischen Kalott-

Fig. 4 Die von der Erosion erhaltenen Reste eines glacialen Delta an der Mündung des Flusses Sielukkakuru.

Fig. 5. Bergterrassen und Akkumulationswälle nach SE von der Talmündung Kohmelokuru auf der Fischer-Halbinsel.

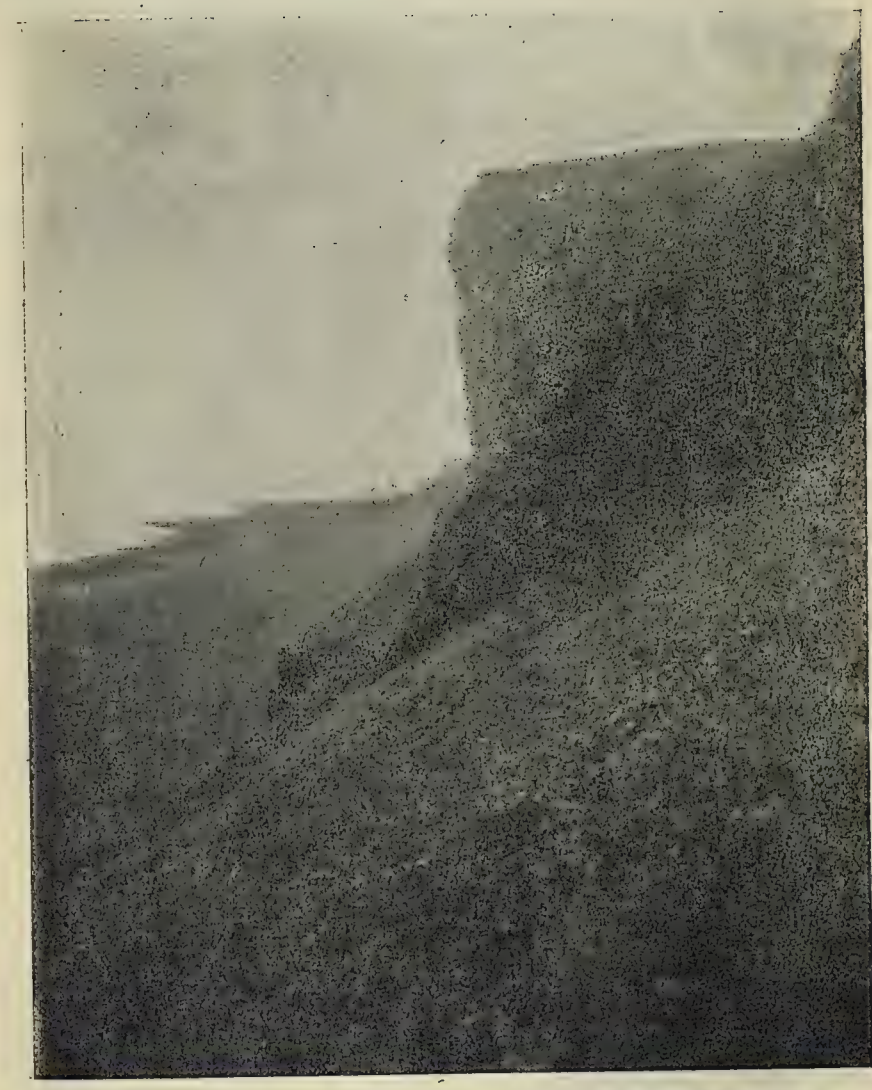


Fig. 6. Abrasionslandschaft bei Lotamukka auf der Fischer-Halbinsel.

Fig. 7. Küstenlandschaft bei Lintupahta auf der Halbinsel Pummankiniemi (Fischer-Halbinsel).

Fig. 8. Küstenbildungen an dem südwestlichen Auslauf des Gebirges in Maddemuetke auf der Fischer-Halbinsel.

Fig. 9. Eine mächtige komplexne Bergterrasse der Strandlinie in Lotamukka auf der Fischer-Halbinsel.

flächen bilden, die von oben nach unten gerechnet immer jünge werden, und deren Abstand von der heutigen Geoide dort am grössten ist, wo die Eisbelastung am grössten war, und von da allmählich gegen die Peripherie abnimmt. Die gegenseitigen Abstände dieser Flächen auf einer willkürlichen Vertikalen, die sie schneiden, sind prinzipiell proportionell den entsprechenden Abständen an jeder beliebigen anderen Vertikalen, welche die Kalottenfläche durchschneidet. Selbstverständlich ist auch die gegenwärtige Meereshöhe jeden beliebigen Punktes auf der gehobenen Kalottenfläche der spezifischen epeirogenetischen Bewegungsgeschwindigkeit dem betreffenden Punkte proportionell.

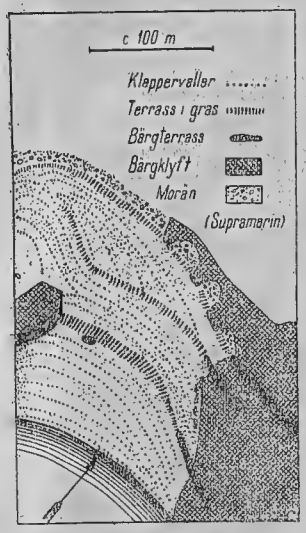


Fig. 10. Typische Strandbildungen an der Nordmandset-Bucht.

Unter diesen Umständen wird die Hauptforderung für ein Liniensystem, welches das isostatische Prinzip verifiziert, die sein, dass die die successiven Strandflächen darstellenden Trazen in jedem Punkt unter einander ein festes Proportionsverhältnis bewahren, welches sowohl in Raum, als Zeit kontinuirlich der veränderlichen Bewegungsgeschwindigkeit der Erdkruste entspricht. Zwar spricht diese Regel noch nicht die volle Wahrheit aus, es interferieren nämlich hiermit die Schwingungen der Meeresoberfläche, sie wird aber als einbrauchbarer Ausgangspunkt für unsere Analyse verwendet werden können; vergl. Fig. 13.

Um das in Frage stehende Diagramm für Fennoskandia zu konstruieren, wurden zwei möglichst vollständige Beobachtungsserien von Strandbildungen ausgawählt, nämlich 1. meine eigene Serie von Mehavn, die auf Europas nördlichstem Festlande belegen ist, und 2. die von Ramsay auf der Insel Kildin nivellierten Terrassenserien. Diese wurden resp. als Ordinaten in ein rechteckiges Koordinatensystem eingetragen. Auf Grund der physiographischen Gestalt der Strandbildungen können in den beiden Serien zwei Terrassen, die sich chronologisch entsprechen, paarweise mittels Geraden verbunden werden, nämlich *b* und *f*. Die gegenseitige Zusammengehörigkeit der übrigen Terrassen ergibt sich danach mit grosser Wahrscheinlichkeit. Die Richtigkeit der Kombination wird später auf empirischem Wege bestätigt.

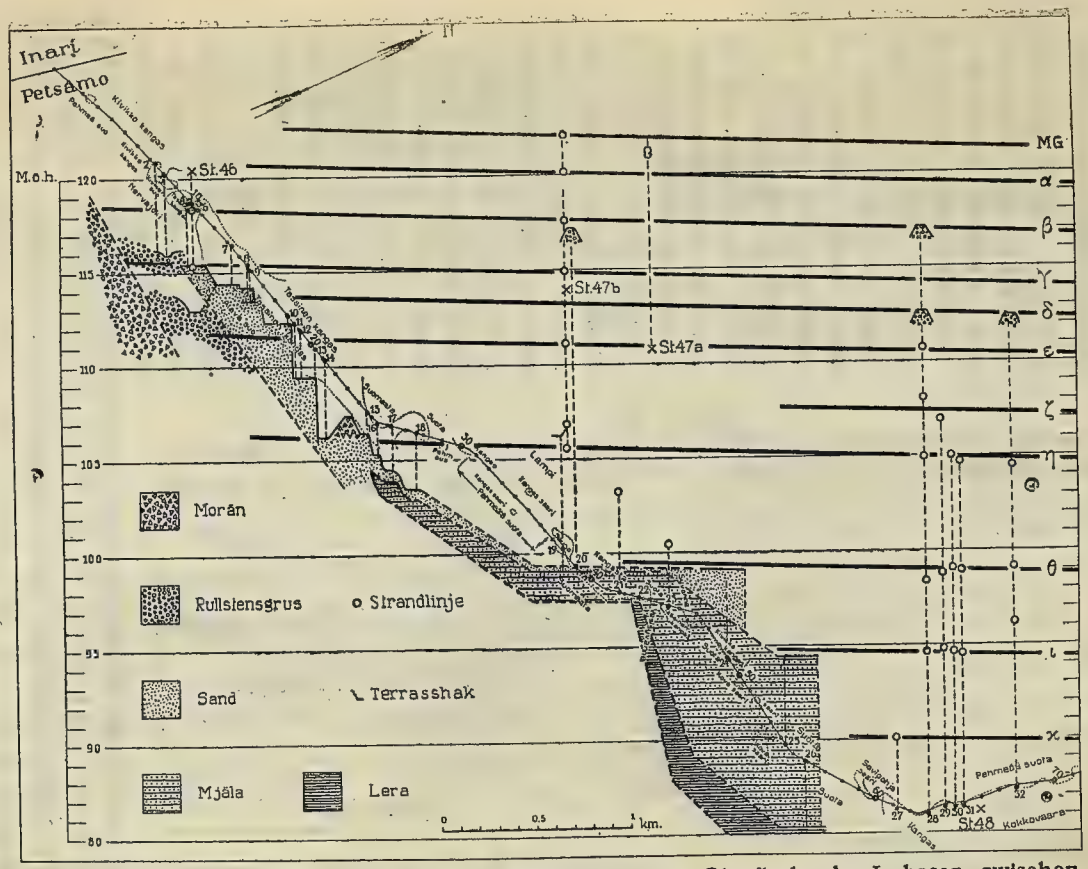


Fig. 11. Verbreitung der Sedimente und ihr Verhältnis zu der Oberfläche der Isobasen zwischen Inari und Petsamo.

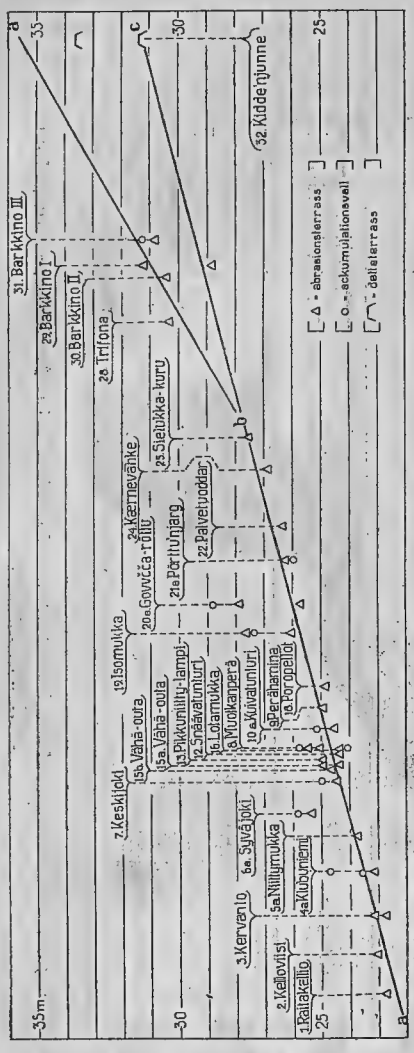


Fig. 12. Diagramm des Niveaus, welches das Verhältnis zwischen den Strandbildungen der Strandlinie „b" und „c" zwischen der nördlichen Spitze der Fischer-Halbinsel und des Petsamo-joki darstellt.

Unser Koordinatensystem ist somit fertig und werden in dasselbe neue Beobachtungensserien eingetragen unter genauem Festhalten der Bedingungen, dass die successiven Terrassen einer Station auf dieselbe Ordinate eingetragen werden, welche in dem Punkte auf der Abscisse errichtet ist, wo die relative Bewegungsschnelligkeit dieselbe ist, wie am Orte der betreffenden Messungsserie. Die Bewegungsgeschwindigkeit gibt sich wieder kund durch die lokale Meereshöhe einer bestimmten gehobenen Strandfläche. Als Referenzfläche wird hier mit bestem Erfolg die „Tapes-Litorina"-Fläche II A angenommen. Durch diese Konstruktion erhält man also das vorliegende Normaldiagramm, Fig. 13. In diesem finden wir eine grosse Anzahl Trazen, von denen jede einer besonderen, schief gehobenen Strandfläche aus längst vergangener Zeit entspricht. Unter diesen sind einige in der Natur durchgehend kräftiger eingekerbt und allgemeiner vorkommend als die anderen, solche sind namentlich: *b, d, e, f, g, h, i, k, l.* Die Abweichungen von dieser Regel können wir vorläufig übergehen.

Ungefähr bis zu diesem Punkt war ich in meinen empirischen Studien schon vor 25 Jahren gekommen. Die damals von mir nivellierten Strandbildungen verifizierten für den Küstensaum die Theorie, wie es jetzt auch aus dem obigen hervorgeht, bis zu den Orten, wo

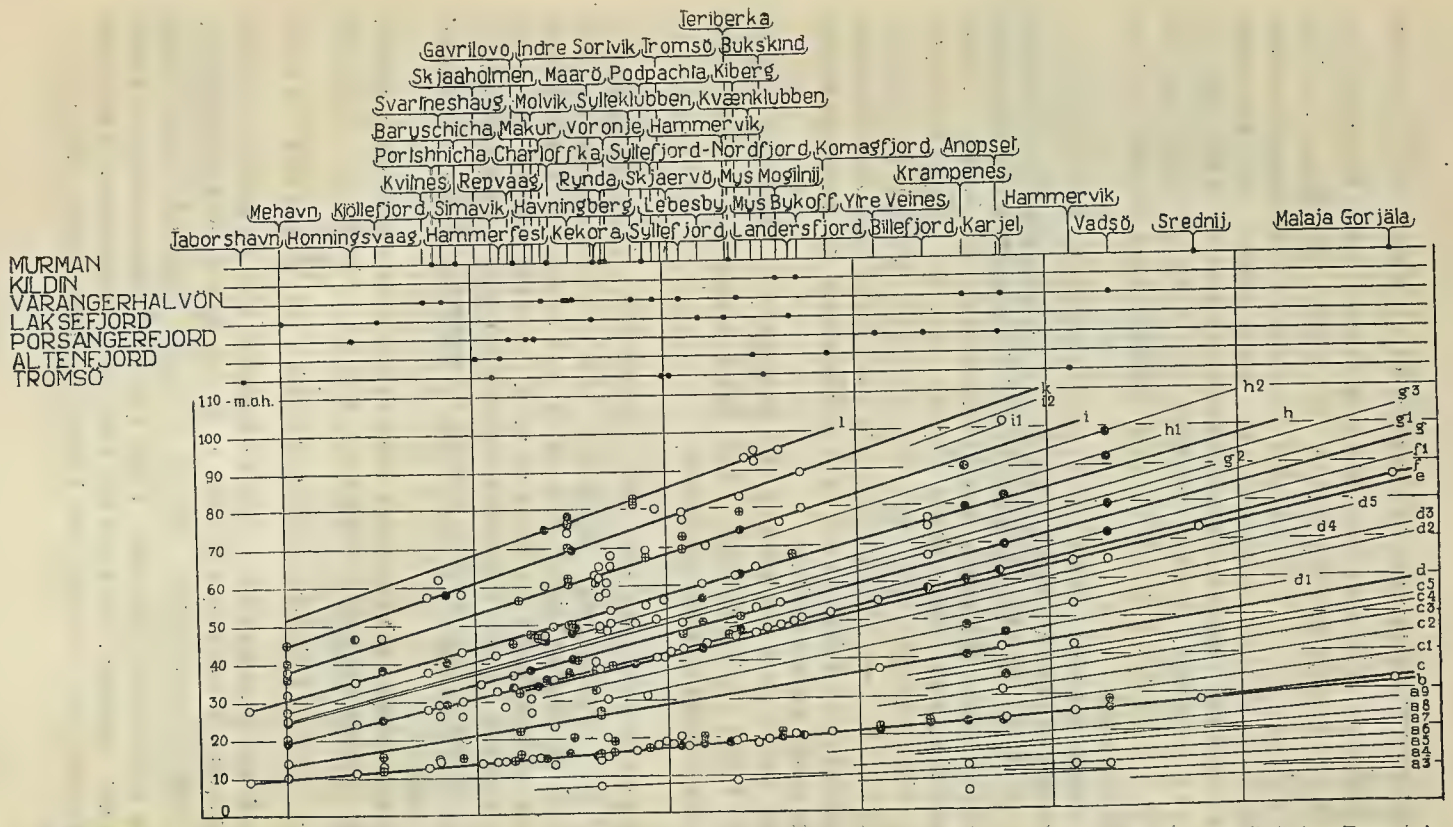
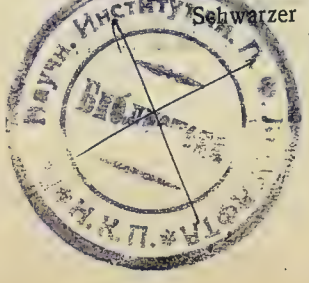


Fig. 13. Das epeirogenetische Spektrum gemäss alten Küstenbildungen an der Küste der Fennoskandia (Nördliches-Eismeer). Schwarzer Punkt—Bergterrasse; weisser Kreis—Abrasionsterrasse; Kreis mit Kreuzchen—Akkummulationswall.



die relative Bewegungsgeschwindigkeit für $\frac{b}{m}$ gleich ca $\frac{27}{t}$ m, worin t die Zeitlänge, die nach dem maximum der Tapes Litorina-Transgression verflossen ist, bezeichnet. An Orten, die länger ins Land hinein gelegen waren und wo also die relative Bewegungsgeschwindigkeit noch grösser gewesen war, ging jedoch die Regelmässigkeit scheinbar verloren. Diese Beobachtung wurde 1916 auch von Grönlie bestätigt. Unsere Versuche, die Eisdruckshypothese von Jamieson-Shaler zu verifizieren, gaben Ramsay und ich recht bald danach auf.

In seiner grossen Arbeit von 1922 versuchte aber Nansen, wahrscheinlich von Wright und Barrel angeregt, mit der angegebenen Methode die Eisdruckshypothese zu verifizieren. Er glaubte auch selbst (nach Bowie), das Problem gelöst zu haben. Jedoch erinnerte Nansen gleichzeitig daran, dass in seinen Resultaten grosse Abweichungen von den theoretischen Werten vorkommen. Dass Nansen seine Beweisführung auf nicht zum Ziel führende Voraussetzungen gebaut hatte, war schon durch die vorausgehenden Studien ohne weiteres klar.

1927 erhielt ich schliesslich die Möglichkeit, mich von neuem mit der Frage zu beschäftigen. Die dabei gewonnenen Ergebnisse werde ich zunächst kurz referieren.

Betrachten wir jetzt die zwei aquidistanten Niveaudiagramme, welche die „Tapes-Linie" darstellen. Die Trazen schneiden sich in 27—28 m Meereshöhe; — aus dem späteren soll hervorgehen, dass der Schnittpunkt in 26,64 m ü. d. M. liegt. Die s. g. Litorina-Strandlinie, resp. Tapes-Standfläche, ist also nicht einheitlich, sondern besteht aus zwei gehobenen Flächen, deren Trazen *b* und *c* sind.

Nachdem diese Sache erledigt worden war, erwies es sich sogleich, wie das Normaldiagramm aufgebaut werden müsse, um auch für grössere relative Hebungsgeschwindigkeiten als $\frac{27}{t}$ m gültig zu sein.

Durch die geologischen Untersuchungen war es schon seit langem klargelegt worden, dass die s. g. „spätglaciale Strandfläche", resp. „Yoldia-Strandfläche", die ich *f* nenne, während einer Transgression entstanden sein muss (Fig. 13). Die Transgression ist sogar beträchtlich gewesen, und sie hat alle die peripherischen Teile von Fennoskandia, die damals vom Landeis befreit worden waren, um-

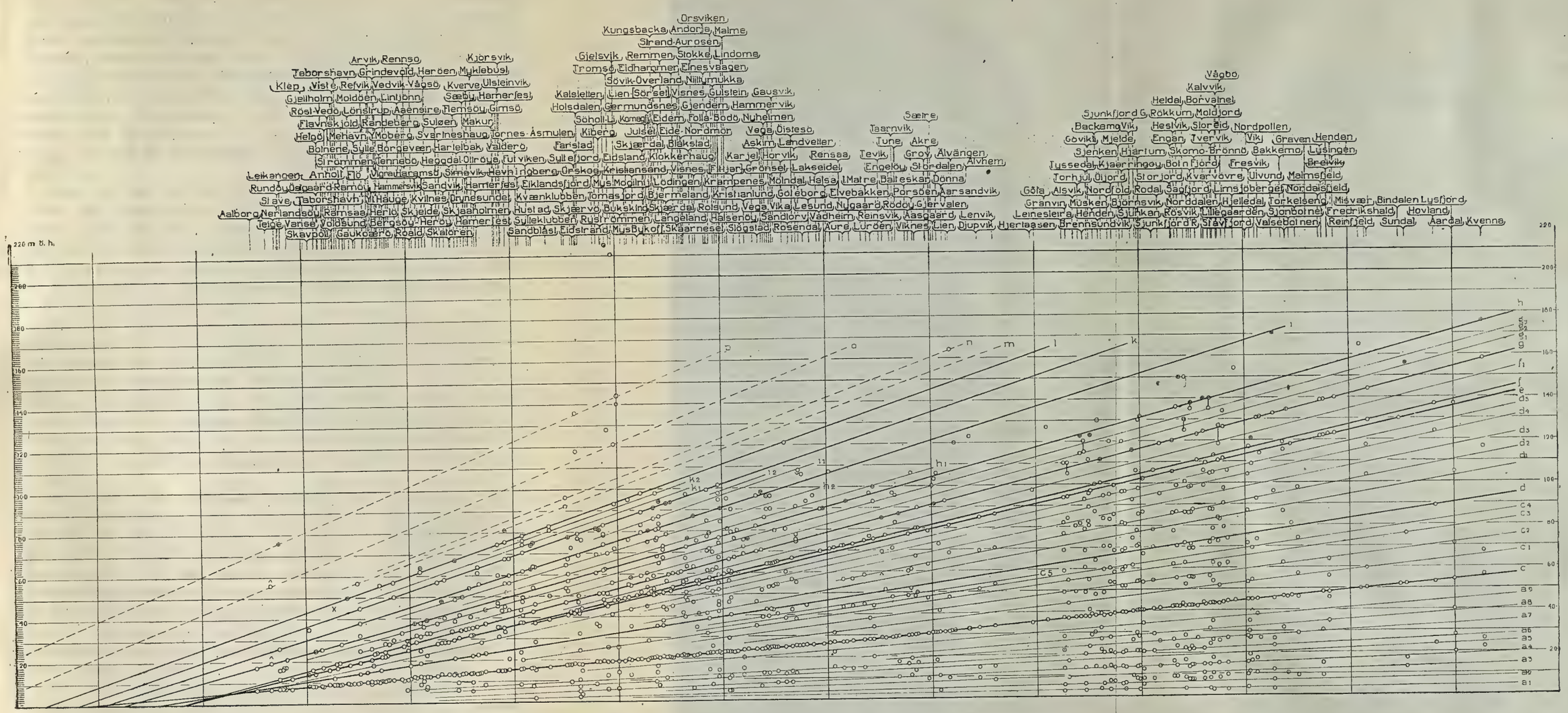


Fig. 14. Epeirogenetisches Spectrum der nördlichen und westlichen Küste Fennoskandiens.

Die hier geschilderte Analysierungsmethode darf nicht ganz so mechanisch angewandt werden, als wir es bisher getan haben. Man muss nämlich, besonders wenn man mit Serien, die von anderen aufgemessen wurden, operiert, in Erwägung ziehen, dass die Übereinstimmung zwischen Beobachtungen und Trazen in schwachen Serien ganz zufällig sein kann. Die Beobachtungen von Witting, Grönlie, v. Post, mir selbst und anderen haben zweifellos dargetan, dass die scheinbar so stabile Erdkruste von Fennoskandia richtiger als eine Mosaik von mehr oder weniger weit ausgedehnten

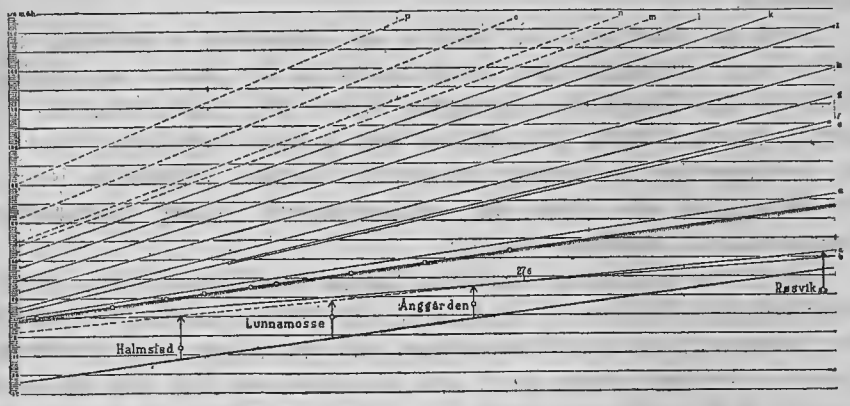


Fig. 15. Das Verhältnis zwischen dem Ancylus-Meer und den Meeresoberflächen der Isobasen.

Partialblöcken, die in gewissen Gegenden labil sind, in anderen aber in festem Verband zusammengeschweisst sind, aufgefasst werden muss. Wenn ein solches „fliessendes Pflaster", wie Chamberlain es genannt hat, unter dem Einfluss der Epeirogenesis in Hebung gerät, kann es geschehen, dass die labilen Blöcke einigermassen aus ihrem urspünglichen Lagenzusammenhang im Verhältnis zu anderen Partialschollen verrückt werden. Dies gibt sich in schwachen Erderschütterungen kund. Während des Fortganges der Landhebung geschieht es jedoch, dass die Partialblöcke allmählich zu ihrer isostatischen Gleichgewichtslage zurückkehren. Heutzutage wissen wir leider sehr wenig von den Grenzen von dergleichen Partialschollen und ihren Sonderbewegungen in Fennoskandia. Einige Beispiele liefert uns jedoch die Fischer-Halbinsel (Fig. 16, 17, 18).

Mit Rücksicht auf diese nicht ganz seltenen Differentialbewegungen der Partialblöcke ist es notwendig nicht zu verallgemeinern, bevor die durch die epeirogenetische Spectralanalyse erhaltenen Kor-

Fig. 16. Topographische Verteilung der Küstenbildungen an der Isobasenoberfläche „f" auf der Fischer-Halbinsel.

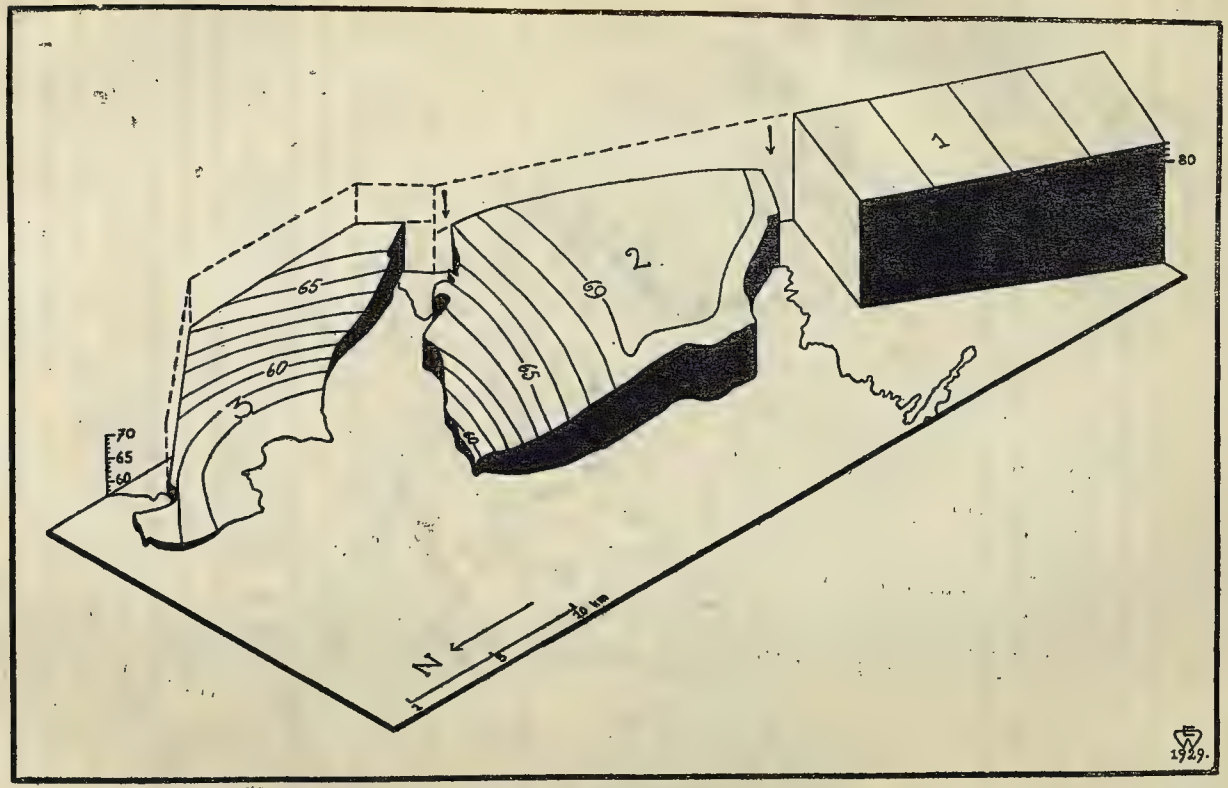


Fig. 17. Stereographische Darstellung der Deformation des Niveaus an der Küstenlinie „f" auf der Fischer-Halbinsel und um das Petsamo-Tal herum.

relationen durch andere, und in erster Hand paläontologische Mittel bestätigt worden sind. Wir kommen später auf diese Frage zurück; jetzt soll nur vorausgeschickt werden, dass der aus dem Spektrum ersichtliche harmonische Verlauf der Bewegung als Regel gilt, und dass die diskontinuierlichen Schwingungen der Partialblöcke als streng lokale Erscheinungen aufzufassen sind. Ausserdem wird vorausgeschickt, dass es sowohl auf geomorphologischem als paläontologischem Wege festgestellt worden ist, dass jede relativ niedriger gelegene Strandfläche im Spektrum späteren Datums ist, als die nächst darüber gelegene Fläche. Dies ist einer der Kernpunkte in dem hier dargestellten Vorstellungskomplexe.

Nachdem diejenigen Indikationen der äquidistanten Niveaudiagramme, welche die gegenseitige Lage von den *b*- und *c*- Strandflächen in den Petsamo- und Patsjoki Tälern darstellen, mittels epeirogenetischen Spektrum als eine generelle Erscheinung bestätigt worden sind, werden wir dieselben etwas näher betrachten.

Es wurde schon gesagt, dass die gebrochene Traze *b*- *c*, die dem s. g. Tapes-Niveau der südwestlichen marinen Gebiete in Fennoskandia, resp. dem Litorina-Niveau im Balticum entspricht, und die früher als ein ein-

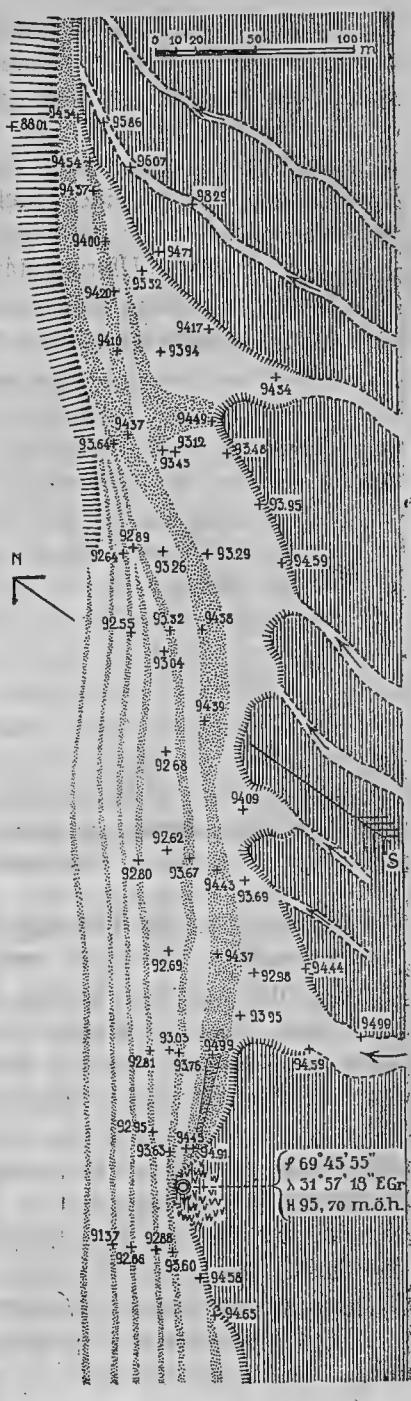


Fig. 18. Die höchsten Bergrücken-Bildungen am nordwestlichen Auslauf des Berges Haminatunturi auf der Fischer-Halbinsel.

heitliches Niveau aufgefasst worden ist, in Wirklichkeit aus zwei individuellen Niveaus besteht, von denen *c* durch einen grösseren Deformationsgradient als *b* charakterisiert wird. Die Erklärung kann nur die folgende sein: nachdem die Strandfläche *c* eingeschnitten worden war, wurde sie durch die ungleichförmige Landhebung bis zu einer noch nicht bekannten Lage emporgehoben, stärker landwärts als seewärts. In die trockengelegten Litorinazonen wanderte jetzt die Ufervegetation ein und durch die abgestorbenen Pflanzenreste bildete sich ein beträchtliches Torflager. Endlich fing der Meeresspiegel an wieder zu steigen und zwar schneller als das

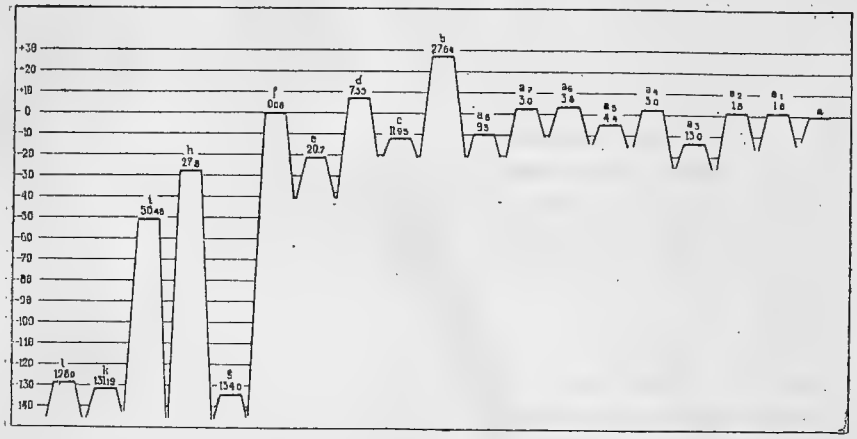


Fig. 19. Küstenoszillationen während der Spät- und Postglacial-Periode gemäss epeirogenetischem Spektrum.

Land sich hob, die Ufervegetation wurde überschwemmt und teilweise abradiert, teilweise unter Lithoral-Ablagungen von Sand und Gerölle, die von den Wellen dem Ufer entlang geschleppt wurden, begraben. Während dieser Transgression wurden die älteren Strandbildungen von der Serie *c* verwischt und von den neuen bis zu einem Punkt, wo die gleichgerichteten Bewegungen des Landes und der Erdkruste gleich gross waren, begraben. Dieser Punkt befindet sich jetzt überall in Fennoskandia, wo keine diskontinuierlichen Deformationen stattfanden in 27.64 m Höhe ü. d. M. Nach der Einregistrierung des Transgressionsufers wurden beide Strandflächen, die Reste von *c* und *b*, schief gehoben, bis das durch das Niveau-Diagramm dargestellte Verhältnis entstand.

Das transgressive Verhältnis ist eine allgemeine Erscheinung (Fig. 19). Es kommt auch im epeirogenetischen Spektrum zum Aus-

druck durch das Überschneiden der oberen älteren Traze durch die niedriger gelegene, jüngere.

Betrachten wir jetzt das vereinfachte Bild vom epeirogenetischen Spektrum (Fig. 20).

Es wurde schon gesagt, dass die niedriger gelegene, also jüngere Traze, die angrenzende, höher gelegene, schneidet. In Übereinstimmung damit, was eben über die Strandflächen *b* und *c* angeführt wurde, bedeutet, dass das Meer in den Lithoralzonen successiv transgrediert hat mit einem nach den peripherischen Teilen des Landhebungsgebietes hin wachsenden Betrage und bis zu einer Stelle, welche vom Schnittpunkt der Trazen auf dem Diagramme angegeben ist, dem s. g. Transgressionspunkte. Diese ganz allgemeine Erscheinung kann vom gegenwärtigen Stande unseres geophysischen Wissens über Fennoskandia nicht anders gedeutet werden, als (1) dass die Meeresoberfläche nach der Eiszeit einer integralen Steigung unterworfen gewesen, und (2) dass sein gegenwärtiger geozentrischer Abstand erst nach mehreren postglazialen Oszillationen erreicht worden ist.

Wir können also konstatieren, dass die allgemein erscheinenden Strandflächen während mehr oder weniger bedeutender positiven Oszillationen der Meeresoberfläche entstanden sind. Während der Salpausselkä-Periode hat eine negative Oszillation der Erdkruste selbst stattgefunden, welche Erscheinung im folgenden näher berücksichtigt werden soll. Für die Feststellung derartiger Bewegungen reicht uns die Paläontologie eine hilfreiche Hand. In allen Fällen sind die Strandbildungen, die zu einer und derselben Strandfläche gehören, vom geologischen Gesichtspunkt betrachtet, synchrone Bildungen. Dies ist ein Kardinalsatz, von dem meine Deduktion ausgeht.

Durch die Migrationen des Transgressionspunktes in Figur 20, bezw. in der umgezeichneten Fig. 21, bekommen wir unter diesen Umständen einen ungefähren, relativen Begriff von den successiven Veränderungen + und — des geozentrischen Abstandes der Meeresoberfläche. Die im Diagramm abzulesenden Unterschiede zwischen den empirischen Zahlenwerten dagegen geben keine direkten Masse der faktischen Veränderungen. Die zentrale Landhebung wurde durch eine korrelative peripherische Landsenkung aufgewogen und umgekehrt, und deshalb ist es anzunehmen, dass z. B. die peripherisch gelegenen Transgressionspunkte aus dem Relationsniveau, auf welchem sie gebildet wurden, später verrückt worden sind. Die jeweilige richtige Lage *a* des Transgressionspunktes, wird nach der hier angeführten

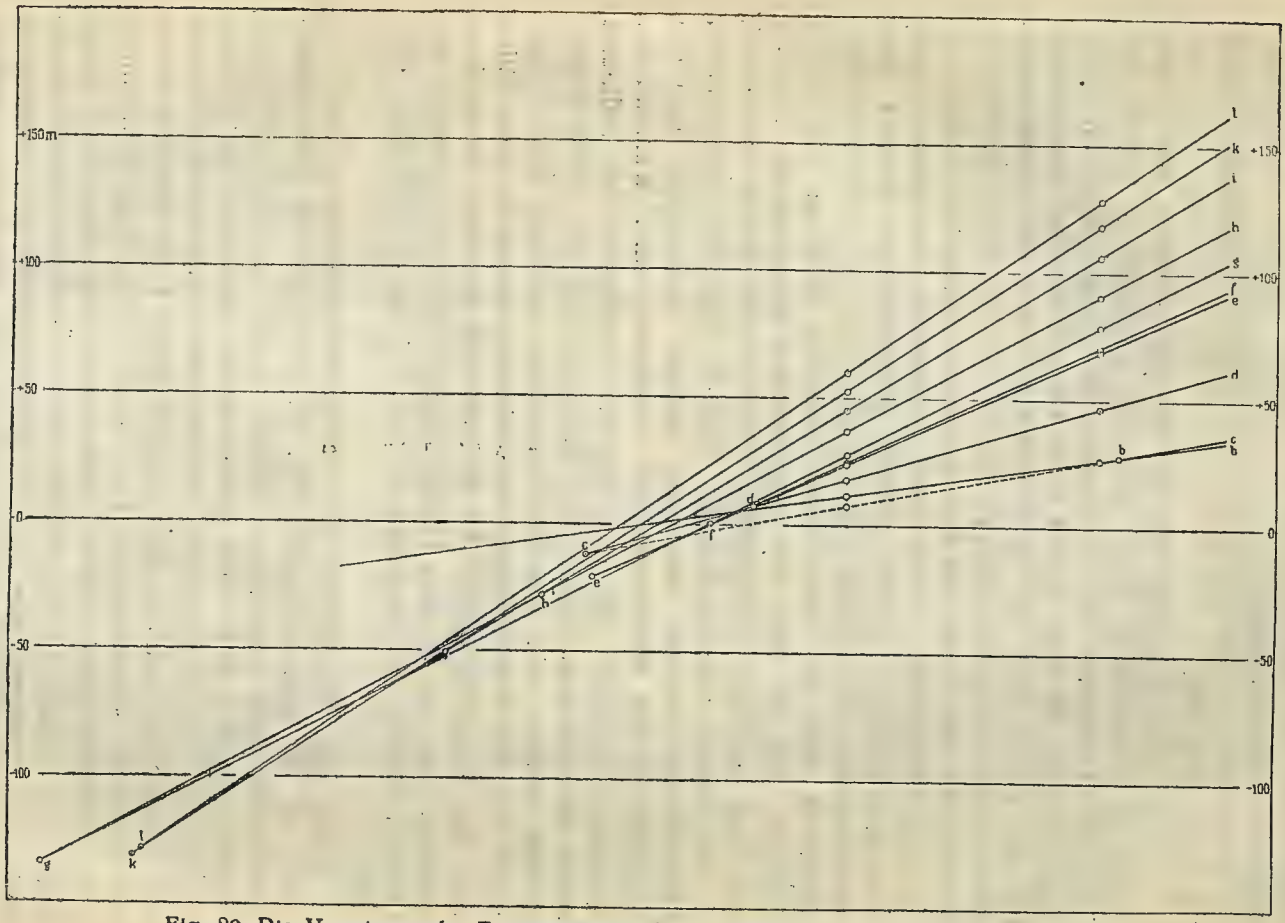


Fig. 20. Die Versetzung der Transgressionspunkte gemäss epeirogenetischem Spektrum.

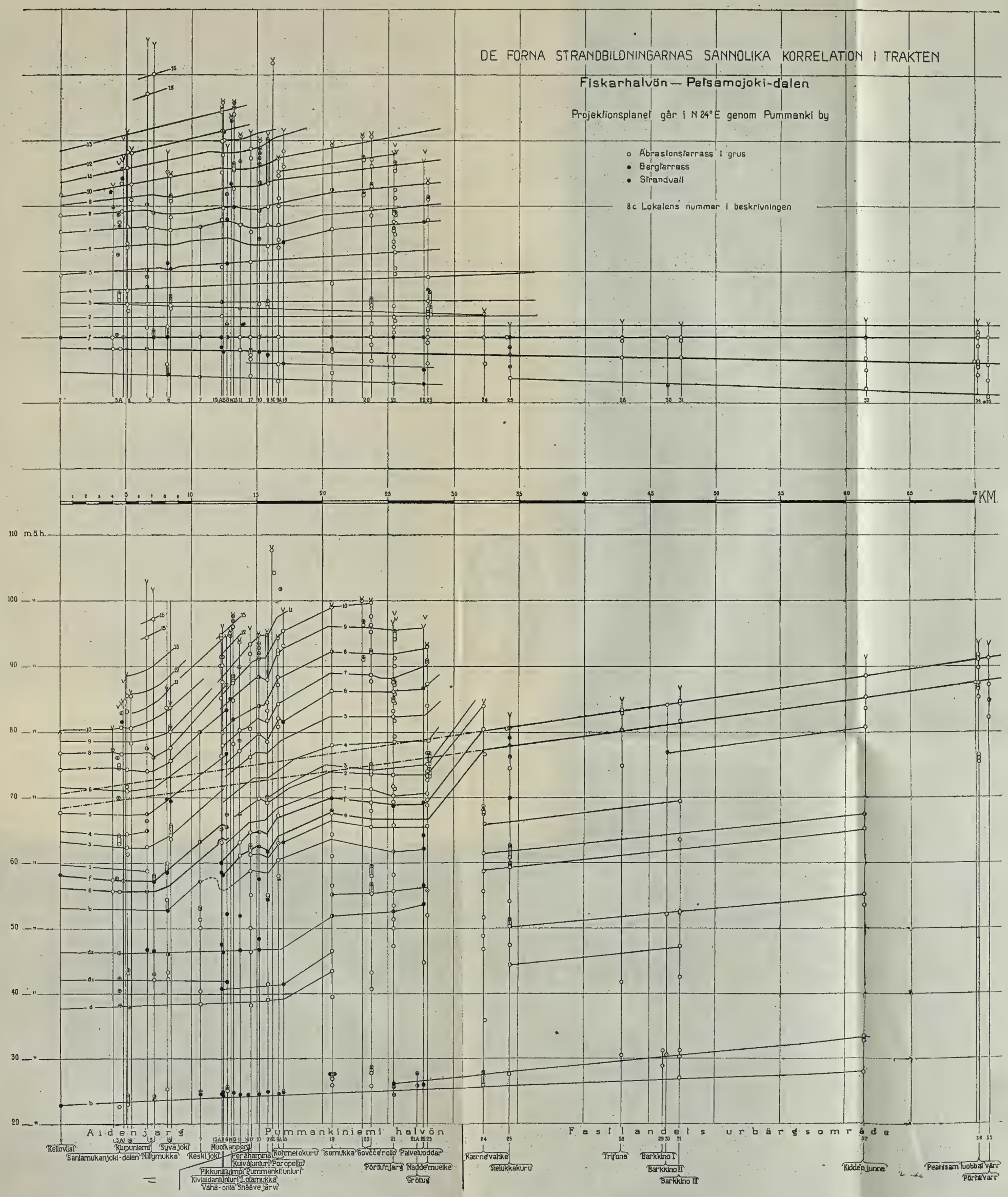


Fig. 21. Das alte wahrscheinliche Verhältnis der Küstenbildungen im Gebiet der Fischer-Halbinsel und des Petsamojoki-Tales.

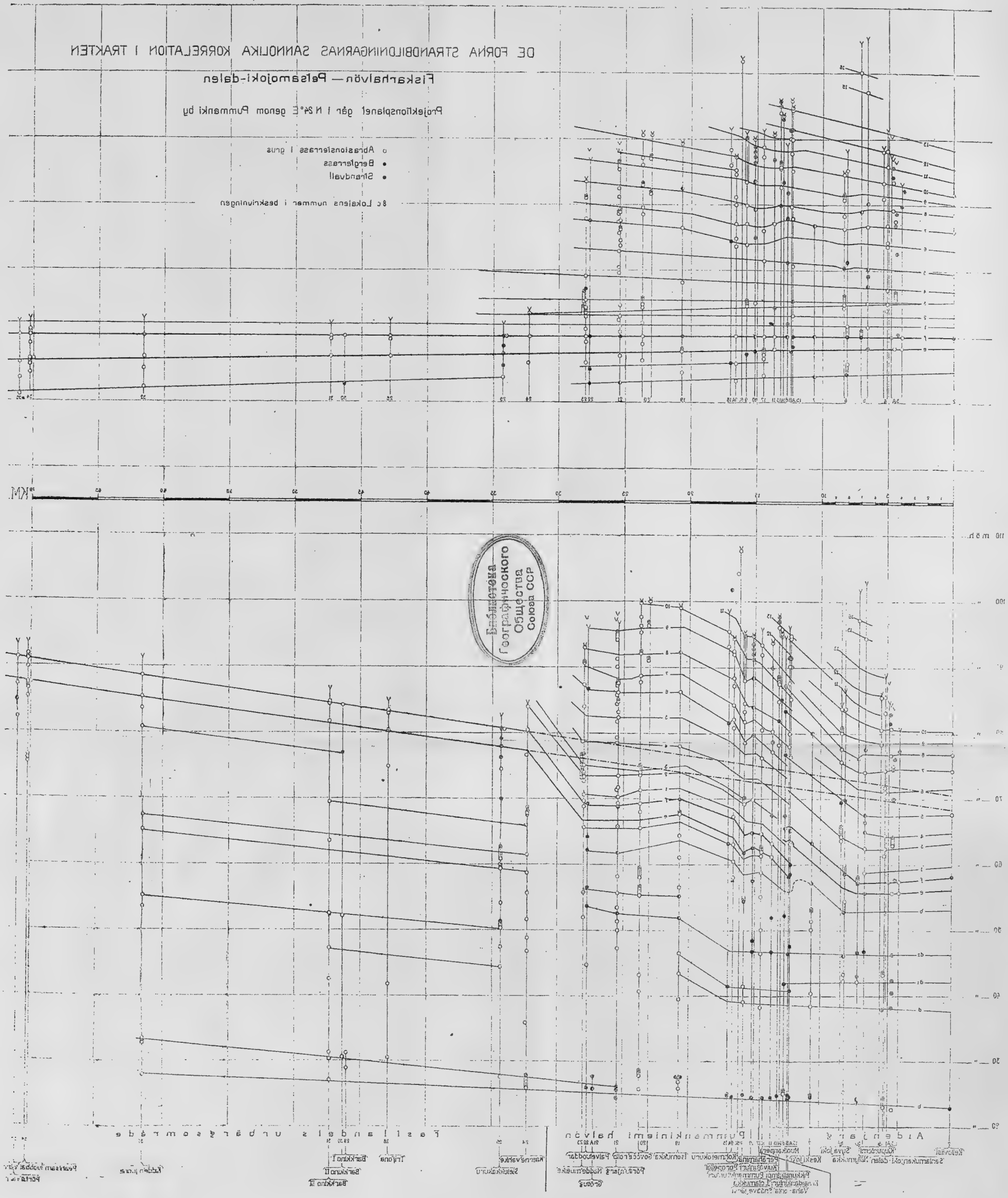


Fig. 21. Das alte wahrscheinliche Verhältnis der Küstenbildungen im Gebiet der Fischer-Halbinsel und des Pelsamojoki-Tales.

Auffassung von einer Summe von zwei Termen bestimmt, von denen die eine, der s. g. eustatische Term, *e*, von den vertikalen Bewegungen der Meeresoberfläche, und der andere, der s. g. isostatische Term, *i*, von der Eigenbewegung der Lithosphäre bestimmt wird. In Bezug darauf, dass dem epeirogenetischen Spektrum gemäss die meisten Transgressionspunkte sich in einer intermediären Zone befinden, wo die Eigenbewegung (+ und —) der Lithosphäre relativ ein Minimum gewesen ist, dürfte man für solche Punkte von der Voraussetzung ausgehen können, dass in der Gleichung

$$\Sigma i + e = + a$$

der Term *e* einen grösseren Einfluss als *i* auf den Betrag und das Vorzeichen des Termes *a* hat. Die Variationen des Termes *a* liefern uns unter solchen Umständen einen approximativen qualitativen Begriff von den Veränderungen des Termes *e* nach der Eiszeit. Es ist noch möglich die Termen *i* und *e* aus ihrer Summe einzeln auszuscheiden. Dies wird aber leicht ausführbar sein, sobald wir eine entsprechende Reihe von Transgressionspunkten aus einem anderen der Epeirogenese untervorfenen Gebiete erhalten, denn dann wird die Lösung auf eine einfache rechnerische Aufgabe reduziert sein. Wir sind also vorübergehend gezwungen mit den durch die graphische Darstellung angedeuteten, nur qualitativen Resultaten zu operieren. Wir kommen aber auch damit schon recht weit.

Werfen wir wieder einen Blick auf das epeirogenetische Spektrum (Fig. 14). Wir sehen da mehrere Trazen: *b*, *c*, *d*, etc, die wiederholt durch Beobachtungen verifiziert worden sind und deshalb präsumtiv allgemein ausgeprägten Strandflächen entsprechen.

Tragen wir in oben angegebener Weise in das Spektrum die von dem im vorigen Jahr verstorbenen norwegischen Geologen Øyen durch eine aussergewöhnlich energische paläontologische Detailuntersuchungsarbeit in den Kristiania- und Trondjem-Gebieten erzielten Resultate ein, so entsteht folgendes Normaldiagramm (Fig. 22). Es geht hervor, dass die von Øyen festgestellten oberen Grenzen der paläontologischen Stufen in West-Fennoskandia sehr nahe mit den Trazen bestimmter Strandflächen zusammenfallen; die nicht ohne weiteres zu eliminierenden Abweichungen möchte ich der Unsicherheit zuschreiben, die mit den barometrischen Höhenmessungen Øyen's Zusammenhang gehabt haben müssen.

Es ist prinzipiell nicht richtig, geologische Deduktionen auf archäologische Zeugnisse zu stützen. Wir werden jedoch auch einen Blick auf die Verteilung der archäologischen Funde im Spektrum werfen (Fig. 23). Wir finden wieder Übereinstimmung zwischen der vertikalen Verbreitung der leitenden archäologischen Typen und gewissen Strandflächentrazen.

Fassen wir jetzt das Gesagte zusammen, so geht daraus hervor, dass die geophysischen und die paläontologischen Indikationen mit einander übereinstimmen und dass die archäologischen Erscheinungen mit den ersteren nicht im Widerspruch stehen. Mit recht befriedigender Zuverlässigkeit können wir aslo auf Grund des epeirogenetischen Spektrums weiter bauen.

Die gegenwärtigen Höhenlagen der Transgressionspunkte sind in die schon gezeigte Kurve 21 eingetragen. Die Kurve, die direkt durch das epeirogenetische Spektrum in Fennoskandia erhalten wurde, wollen wir empirische Oszillationskurve der Meeresoberfläche nennen.

Vergleichen wir mit dieser Kurve die obengegebene Darstellung der Beziehungen zwischen den Strandflächen und den paläontologischen Stufen, so treten unzweideutige Übereinstimmungen hervor.

Nach der Periode einer sehr schnellen Landhebung, bei der die Lage des peripherisch gelegenen Transgressionspunktes *g* relativ herabgesenkt war, traf der postglaziale Klimadurchbruch ein. Die Temperatur stieg schnell, die Landeise der Erde schmolzen rasch, und durch die Schmelzwasserzufuhr stieg die Meeresoberfläche universell. So ist wahrscheinlich in der Kurve die Lage vom *f*- Punkte im Verhältnis zum *g*- Punkt aufzufassen. In den südlichen Randgebieten von Fennoskandia wanderten schon damals so thermophile Tierarten als *Cyprina islandica* und *Zirphaea crispata* ein, welche mit den nach NE fliessenden atlantischen Wassermassen über die aus doppelter Ursache gesenkte Wyville-Thomson-Schwelle kamen. Nur in dem mit Schlamm gefüllten Eisschmelzwasser in den innersten Buchten und Fjorden agonisierten die letzten Rudimente einer relikten arktischen Fauna (u. a. die verkrüppelte Yoldia in Stockholm).

Diese riesige Transgression wurde von einer Regression abgelöst.

Der Punkt *d* koinzidiert mit einer durch eine relativ starke Temperaturerhöhung hervorgerufenen neuen Transgression, während welcher z. B. die wärmeliebende Art *Pholas candida* an die fennoskandische Atlantküste einwanderte. Die Temperaturverhältnisse in

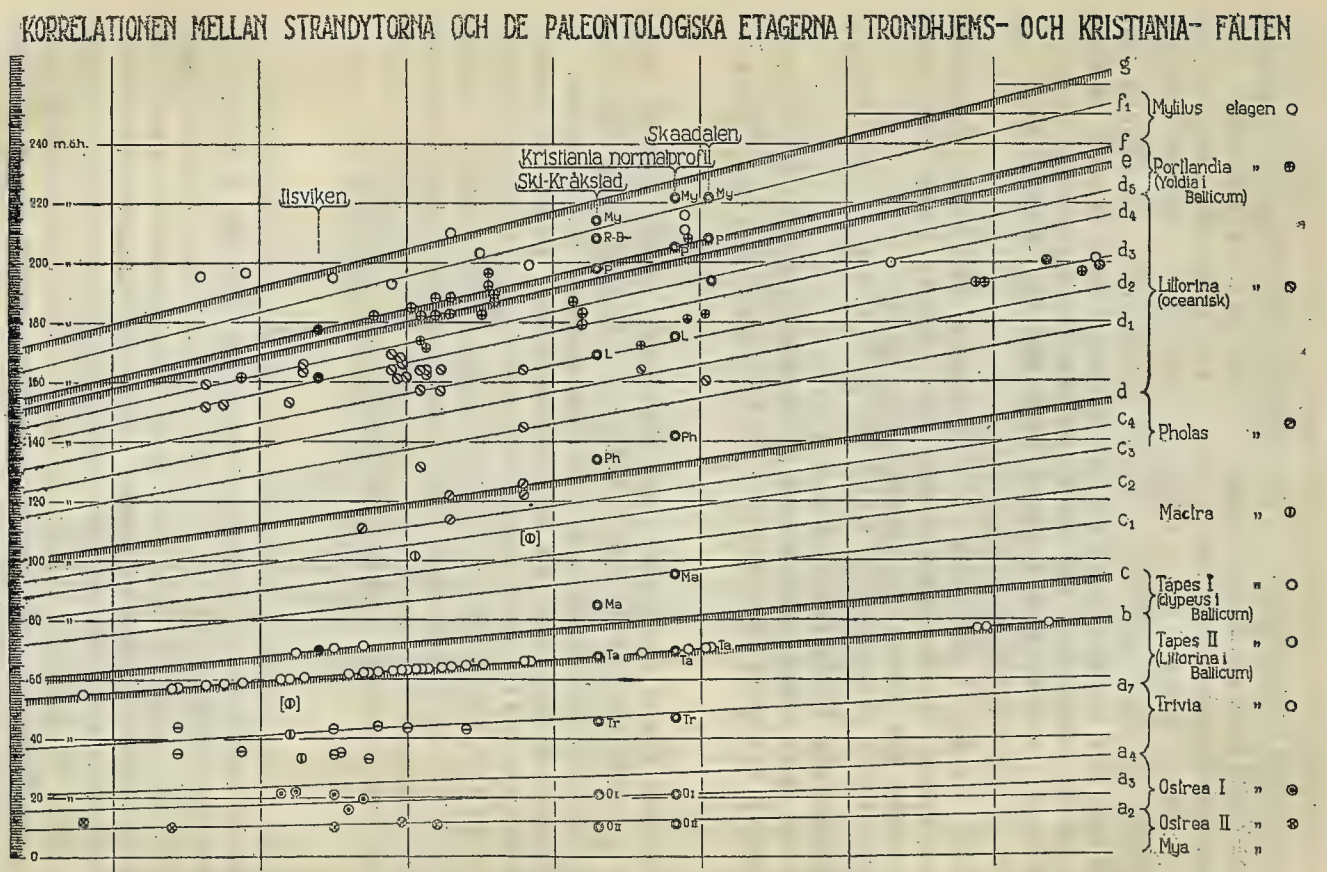


Fig. 22. Ein Versuch der Koordination der Oberfläche der Isobasen und der paläontologischen Etagen von Øyen.

Fennoskandia waren damals kaum niedriger als jetzt. Dem Punkte *c* entspricht die höchste Lage der Meeresoberfläche während der älteren Tapes-Zeit (Øyens Mactra-Etage, Ramsays Clypeus-Etage). Das Klima war trocken und boreal betont. Die Meeresströmungen von SW scheinen damals etwas träge, die Temperatur konnte nämlich einwenig niedriger gewesen sein, als während der Ausbildung der *d*-Etage; das Landeis muss wiederum etwas mehr Wasser assimiliert haben, demzufolge war die Meeresoberfläche gesunken und die Zuströmung atlantischen Wassers nach NE der fennoskandischen Küste zu muss reduziert worden sein.

Dem Punkte *b* entspricht das Maximum der Tapes- (Litorina) Transgression. Es herrschten damals sehr feuchtes Klima und hohe Temperatur (im Meere $2^1/_2$—3° höher als jetzt).

Nach einer Regression a_8 folgte die durch ein sehr mildes Klima ausgezeichnete Trivia-Transgression a_7.

Nach einer Regression, welche a_5 entspricht, folgten eine Transgression a_4 = Ostrea I, Regression a_3 und Transgression a_2 = Ostrea II.

Hieraus ergibt sich also eine allgemeine Regel, nämlich dass eine gesetzmässige Koinzidenz zwischen Landeisbildung und Regression, Landeisabschmelzung und Transgression vorhanden ist.

Niemand konnte mehr als ich überrascht sein, als es sich erwies, dass die von Daly, mit Gebrauch der Ideen von Maclaren (1842), Wright (1914) und Barrels (1915) aufgestellte „Glacial Control Theory", die späterhin auch von Nansen (1922) und Ramsay (1924) angenommen wurde, in einer ganz eklatanten Weise durch die fennoskandischen Verhältnisse Bestätigung gefunden hat.

Links vom Punkte *g* sehen wir auf der empirischen Oszillationskurve die relativ hoch gelegenen Transgressionspunkte *h* und *i*. Die zugehörigen Ablagerungen tragen das Gepräge einer hocharktischen Fauna (der wirkliche Yoldiaton). Eine Transgression während der hyperarktischen Klimaverhältnisse, welche in Dänemark etwa 40 m erreicht hat, ist nicht mit der Kontrolltheorie vereinbar. Sie kann nur durch die Annahme erklärt werden, es habe eine wirkliche Senkung der Erdkruste und zwar von beträchtlichem Maasse stattgefunden. Ob diese Landsenkung ausschliesslich durch den Zuwachs des Landeises und dessen Vorstoss bis zum Salpausselkä hervorgerufen

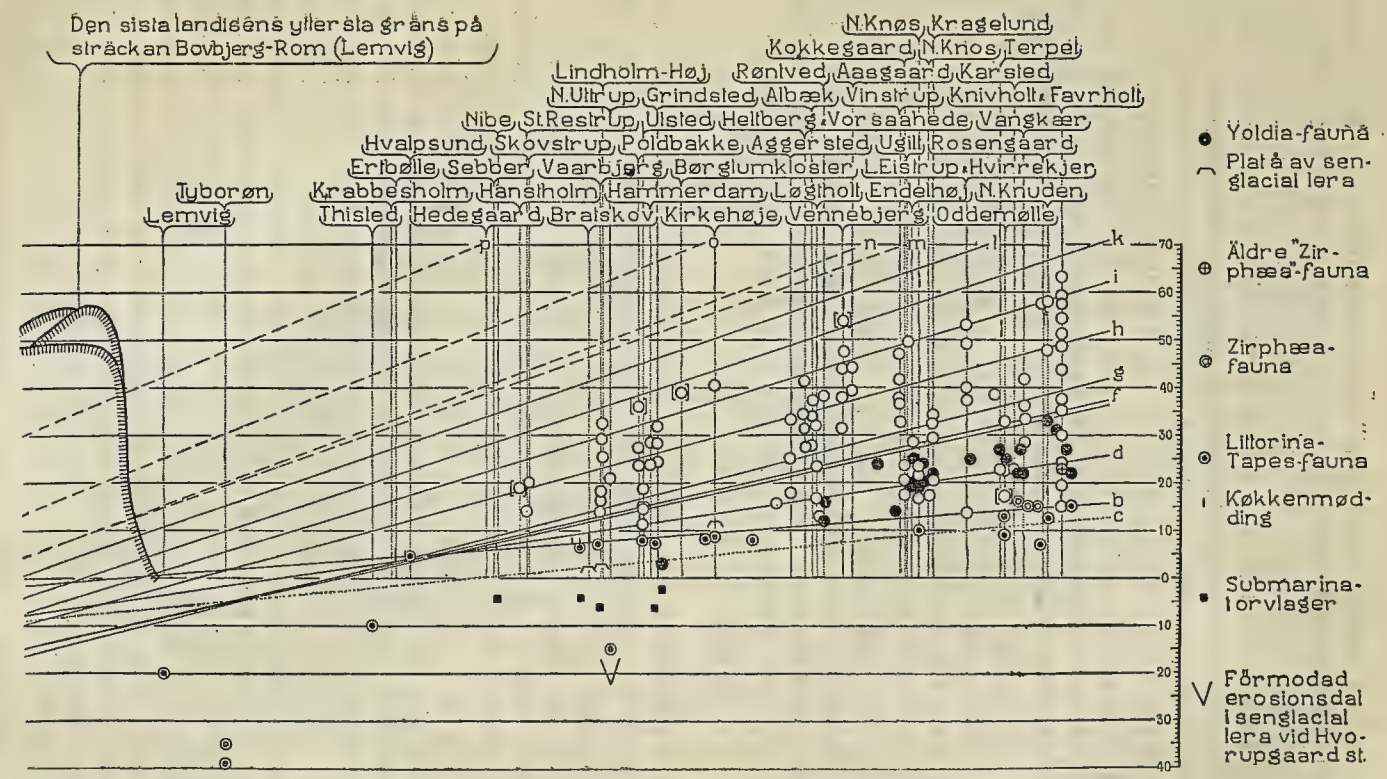


Fig. 23. Küstenbildungen und Meeresablagerungen in Vendsyssel gemäss epeirogenetischem Spectrum von Fennoskandia.

wurde—was meines Erachtens wahrscheinlich ist — oder ob auch Bewegungen orogenetischer Natur im überwiegend labilen dänischen Gebiete dabei beteiligt waren, ist noch nicht möglich bedingungslos zu entscheiden. Unmöglich ist es nicht, dass der fennoskandischen Landsenkung eine korrelative Landhebung in den Gegenden folgte, wo die Schwellen zwischen Schottland und Island liegen. Teils deshalb und teils wegen der allgemeinen Senkung der Meeresoberfläche zufolge der Landeisbildung wurde das Volumen der wärmebringenden Meeresströmungen reduziert und die Kälte in Fennoskandia extrem geschärft.

Die mit den Transgressionspunkten *k* und *l* verknüpften Verhältnisse sind bisher noch wenig bekannt. Der Punkt *l* liegt chronologisch schon einer entsprechend milden Epoche nahe, die von den Dänen die Alleröd-Periode genannt wird. Die letztere ist an der norwegischen Küste von Schichten, die unter den in hocharktischen Verhältnissen abgelagerten echten Yoldia-Tonen liegen, vertreten. Diese Schichten sind von Moränen unbedeckt und enthalten Reste einer boreoarktischen (finmarkischen) Meeresfauna. Sie sind also jünger als das Maximum der letzten Eiszeit und wurden von mir als die Cyprina-Stufe bezeichnet.

Die noch älteren Epochen der spätquartären Zeit sind in Fennoskandia wenig erforscht worden. Es genügt zu konstatieren, dass die petrographische und paläontologische Beschaffenheit der Schichtenfolgen der letzten Interglazialzeit in Dwina, in Vendsyssel u. a. Gegenden sich zu zeigen scheinen, dass die Erdkruste in Fennoskandia am Anfang der letzten Eiszeit unter der Last des sich bildenden Landeises sich zu senken begann, und diese negative Bewegung schneller vor sich ging als die gleichgerichtete Bewegung der sinkenden Meeresoberfläche, die durch die Ansammlung von Wasser in den Landeisen der Erde hervorgerufen wurde. Der maximale Senkungsbetrag der Erdkruste erreichte am epeirogenetischen Epizentrum wenigstens 900 m, wahrscheinlich sogar 1000 m im Vergleich zum gegenwärtigen Meeresstande. Demnach sollte die maximale Eismächtigkeit etwa 3570 m betragen haben, was nach Wegeners Messungen der Mächtigkeit des grönländischen Inlandeises nicht überraschen kann. Gleichzeitig tritt mit Beginnen der Abschmelzung des Landeises die regionale Landhebung simultan auf, und haben wir ihren linearen Verlauf jetzt andeutungsweise kennen gelernt. Das Ausgangsniveau ist noch lange nicht zu erreichen; rückständig sind nach Elvius wenigstens in Stockholm 18 m, in Vesterås 27,5 m, in Ängermanland 52 m.

Die summarische Übersicht der mit der Landhebung in Fennoskandia verbundenen Phänomene führt also zur Schlussfolgerung, dass, von den lokalen anomalen Differentialbewegungen in der labilen Schollenmosaik der Erdkruste abgesehen, das Prinzip der Isostasis, bezüglich die s. g. Eisdruckshypothese, in allem Wesentlichen durch die Beobachtungen in den nördlichen und westlichen Randgebieten von Fennoskandia bestätigt wird.

Aus den südlichsten und den südöstlichen Teilen von Fennoskandia liegen aber Mitteilungen vor, die logisch als Anzeichen von anomalen Landhebungserscheinungen gedeutet werden können,

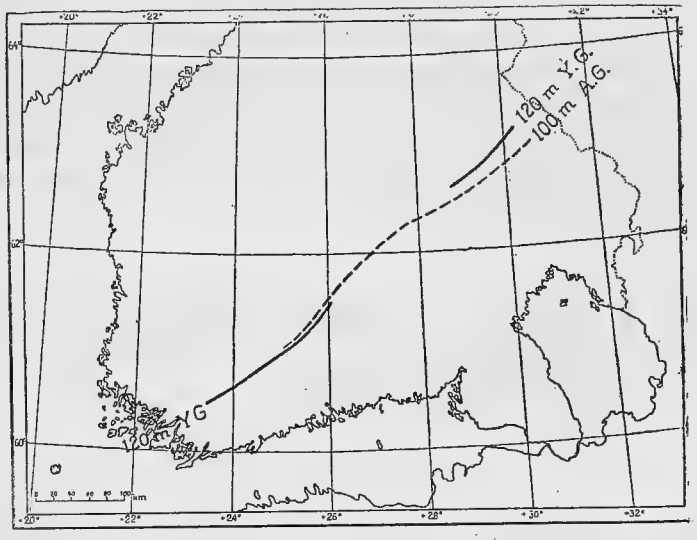


Fig. 24. Die sich schneidenden Isochronobasen.

in der Form von gekreuzten Isochronobasen, d. h. zeitlich gleichwertigen Landhebungsisobasen; (Fig. 24). Dieses Verhältnis wäre man vielleicht geneigt so zu deuten, dass durch endogene Ursachen hervorgerufene orogenetische Bewegungen vom Typus Grundfaltung sich zu den exogen ins Leben gerufenen „isostatischen" oder genau strikten epeirogenetischen Eigenbewegungen der Erdkruste gesellt hätten, so, wie es auf den Britischen Inseln der Fall ist. Diese Anomalien sind aber bis jetzt nur oberflächlich erforscht worden, und als ganz ausgeschlossen soll man es noch nicht ansehen, dass auch diese von Differentialbewegungen in der Schollenmosaik herrühren können. Sollte es sich erweisen, dass die angenommenen orogenetischen Anomalien eliminiert werden können, würden die in

Fennoskandia erforschten Tatsachen die isostatische Theorie restlos bestätigen.

Betrachten wir nun das nordamerikanische Landhebungsgebiet! Die dort gemachten Beobachtungen sind sehr unvollständig und die Deduktionen oberflächlich, weshalb es sich nicht als zweckmässig erweisen würde, sie hier zu schildern. Es genügt deshalb dasjenige zu konstatieren, was sich aus den Verhältnissen in den gründlichst studierten Gegenden ergibt, nämlich dass die Landhebung im einstigen nordamerikanischen Vereisungsgebiet als eine mit der fennoskandischen ganz ähnliche, aus exogenem Impuls hervorgezwungene isostatische Reaktion aufzufassen ist. Die von Taylor, dem ersten Advokaten der Epeirophorese oder Kontinentalwanderung in U. S. A., ausgesprochene Ansicht, dass die Landhebung dort als keine Aufwölbung aufzufassen wäre, die durch das langsame „Kriechen des Kontinentes" nach SW hin entstanden sei und dessen Achse parallel den Isobaten über den grossen Seen verlaufe, ist von anderen Forschern nicht unterstützt worden.

Wir haben jetzt die fundamentalen Argumente Revue passieren lassen und gehen nun daran, das Fazit der gegebenen Darstellung für unsere Hauptaufgaben zu ziehen.

Postulat I

Die epeirogenetische Methode ist geeignet, die Homotaxis der spätquartären Schichten im fennoskandischen Landhebungsgebiete und dessen Umgebungen zu erleichtern, da sie die Fernkonnexion der Stufen ermöglicht. In Betracht der lokalen diskontinuirlichen Partialbewegungen einzelner Schollen bedingt die Anwendung der Methode ein strenges kritisches Verfahren. Nur aus der Übereinstimmung zwischen einzelnen Terrassen und Trazen im epeirogenetischen Spektrum Schlüsse über deren chronologische Äquivalenz zu ziehen, könnte sich als verhängnisvoll erweisen, da durch die Differentionsbewegungen in der Schollenmosaik die verworrensten Kombinationen entstehen können. Solche scheinen wohl das Spektrum zu bestätigen, auf paläontologischem Wege wird aber einfach bewiesen, dass die gefundene Übereinstimmung irreführend und rein zufällig ist. Um zuverlässige Resultate zu gewinnen, ist also erforderlich, dass die paläontologischen und geophysischen Indikationen in voller Überein-

stimmung unter einander stehen. Erst wenn dies der Fall ist, kann man das Niveauveränderungsproblem von geologischem Gesichtspunkte aus als gelöst betrachten.

Postulat II

Die Anwendbarkeit der Methode ist nicht nur auf die Fernkonnexion im fennoskandischen Gebiete beschränkt.

Es liegen, wie schon angedeutet, Versuche vor, die glazigenen und postglazigenen Ablagerungen in den früheren Vereisungsgebieten der beiden Nordkontinente chronologisch mit einander zu verbinden. Die jetzt bekannten Ablagerungsfolgen haben z. B. zur Auffassung geführt, dass in den beiden Kontinenten sich dieselben klimatischen Phasenveränderungen in derselben Reihenfolge nach der Eiszeit wiederholt haben—dies aber nur in grossen Zügen (Leverett, Osborn et Reeds, Antevs, u. a.). In dieser Frage hat aber De Geer behauptet, dass die postglazialen thermischen Schwingungen, welche die Sedimente der beiden Kontinente abspiegeln, isochron gewesen wären. Auf diese willkürliche Annahme hin hat er auch seine „transatlantischen Telekonnexionen" gegründet. Aus den minutiösen Detailuntersuchungen von Antevs in U. S. A. und Kanada ergibt sich jedoch, dass die Klimaveränderungen während der spätglazialen Zeit ebensowenig als in historischer Zeit in den verschiedenen Gegenden unserer Erde parallel mit einander verlaufen sind: Brooks, Nansen, Mascart.

Einerseits die totale Insolation und andererseits deren Temperatureffekt an der Erdoberfläche stehen, wie schon angedeutet, in keinem einfachen Proportionalitätsverhältnis zu einander. Der Temperatureffekt muss recht bedeutenden Modifikationen unterworfen gewesen sein, die nicht nur von den periodischen Veränderungen der von der Sonne ausgehenden Energiestrahlung, sondern auch zufolge der divergierenden Veränderungen, besonders der Intensitätsveränderungen in den Strömungen am Meere und in der Atmosphäre bei den Verschiebungen der ganzen Luftmasse. Dass unter solchen Umständen homologe Variationsserien z. B. in Bändertondiagrammen in U. S. A. und Fennoskandia zu erwarten wären, welche Ansicht De Geer vertritt ohne sie mit überzeugenden Beweisen zu stützen, ist also a priori ganz unwahrscheinlich. Schon für das kleine fennoskandische Gebiet ist die vindizierte Unfehlbarkeit der Tonwarwenmethode stark erschüttert worden durch die Dänen: Sigurd Hansen,

S. A. Andersen, W. Nordmann wie auch von De Geers scharfsinnigem Schüler Sandegren in Schweden. Dass De Geer auf Grund der Bändertonmessungen z. B. zu der überraschenden Schlussfolgerung gekommen ist, es habe in Labrador noch Eiszeit geherrscht während der Zeit, als in Fennoskandia das Temperaturmaximum des Neolithicum eintraf, scheint mir schlecht mit seinen prinzipiellen Annahmen übereinzustimmen. Schon die jetzt erworbenen Erfahrungen dürften überzeugend klargelegt haben, dass an dieser Methode so grosse Fehlerquellen haften, dass sie gar nicht den transozeanen Fernkonnexionen zur Unterlage dienen kann.

Eine auf Grund der eben geschilderten ubiquitären Oszillationen der Ozeanoberfläche gegründete Homotaxis scheint mir dagegen geeignet zu sein, in ganz objektiver Weise zum Ziele zu führen, da sie, wie schon angedeutet, von den durch divergierende lokalklimatische Veränderungen bedingten Anomalien frei ist.

Die in der empirischen Oszillationskurve für Fennoskandia (Fig. 21), einregistrierte Reihe von Transgressionen und Regressionen deutet darauf, dass die successiven Beträge der Oszillationen der Meeresoberfläche einer solchen Grössenordnung angehören, dass diese Erscheinung an allen Meeren der Erde sich geltend gemacht hat, obgleich selbstverständlich mit etwas wechselnder Intensität. Die Zeugnisse von diesen successiven Schwingungen der Meeresoberfläche müssen also mittels der empirischen Oszillationskurven, auch praktisch wahrgenommen werden können in allen Gebieten, die nach der Eiszeit einer ungleichförmigen Landhebung unterworfen gewesen sind.

Wir müssen natürlich mit der Möglichkeit rechnen, dass die einander entsprechenden absoluten Beträge der Schwingungsamplituden an verschiedenen Orten etwas verschieden waren, denn sie müssen durch die Latitudenunterschiede und andere geophysische Variabeln verändert worden sein. Diese Beträge können zweifellos in der Zukunft empirisch genau bestimmt werden. Will man jetzt Schlüsse in dieser Hinsicht ziehen, so scheint mir das epeirogenetische Spektrum von Fennoskandia zu zeigen, dass die Störungen unter allen Verhältnissen sehr klein gewesen sind. Wahrscheinlich haben sie auch in extremen Fällen nur einen Bruchteil von der in der Oszillationskurve erscheinenden Amplitude umfasst. Die theoretischen Berechnungen von dergleichen Störungen, die von Lord Kelvin und von Woodward (1883) ausgeführt wurden, haben dagegen Beträge ergeben, die keine Gegenstücke in der Natur haben: wahr-

scheinlich wurden nämlich die Anomalien zum grössten Teil auf isostatischem Wege neutralisiert. Die empirischen Oszillationskurven der verschiedenen Teile unserer Erde müssen also recht gleichförmig aussehen, und durch ihre Vermittlung wird also ein wahrhaftig objektiver Grund für die transozeanischen Fernkonnexionen erhalten. Es wird hieraus hervorgehen, welche Transgressionen einander entsprechen, und damit ist die Stufenkombination erreicht. Innerhalb der Stufen können dann die Details mittels anderer Methoden parallelisiert werden, Pollenanalyse, Gyttjawarven, Jahresringkurven u. dergl., welche Methoden auch auf die periepeirogenetischen Gebiete ausgestreckt werden können. Ich kam also 1929 auf Grund empirischer Tatsachen zu derselben prinzipiellen Auffassung, wie die von Antevs 1930 veröffentlichte, dass „The correlation has to start with large features, based on long climate fluctuations, and gradually to progress toward smaller". Es ist dies also ein ganz entgegensetztes Verfahren als die Arbeitshypothese von De Geer.

Ich bedaure, dass ich nicht im Stande gawesen bin, in den nordöstlichen Teilen des amerikanischen Nordkontinentes oder im NE Teil von Sibirien diesbezügliche Untersuchungen auszuführen. In Goose Bay in Labarador scheint z. B. aller Wahrscheinlichkeit nach die Verbindung der Schichten mit den entsprechenden Schichten in Fennoskandia am einfachsten zu erreichen sein. Das nordamerikanische epeirogenetische Spektrum ist leider noch unbekannt, denn die summarischen amerikanischen Materialien sind nicht hinreichend für eine solche Konstruktion: Mich auf gewisse Erscheinungen im Bau spätglazialen Ablagerungen in Kanada und das gegenseitige Verhältnis der Strandbildungen, die von Antevs, Goldthewait und Twenhofel geschildert worden sind, sowie auf Photos in amerikanischen Arbeiten stützend, wage ich den Schluss zu ziehen, dass nach einigen Monaten die chronologisch entsprechenden marinen Ablagerungen der beiden Kontinente im Felde definitiv mit einander verbunden werden können. Diese Kombination könnte wohl auch in dem Tschuktschenland durchgeführt werden.

Postulat III

Vieles spricht dafür, dass die Vereisungen der beiden Hemisphären gleichzeitig gewesen sind (Steinmann). Diese Gleichzeitigkeit ist jedoch verneint worden, z. B. von Born, und, theoretisch gese-

hen, ist ja die Frage immer noch schwebend. Auf dem angeführten Wege der geologisch-geophysischen Koordination könnte aber die Gleichzeitigkeit, resp. der Grad der Gleichzeitigkeit festgestellt werden. Die Beobachtungen von Otto Nordenskjöld in Grahamland und Pristley und David in der Antarktis können als Ausganspunkt dienen. Hier ist aber das Erforschen recht schwierig, da die Landhebungsgebiete aktive orogenetische Zonen tangieren, weshalb es zu befürchten ist, dass hier exo-und endogen hervorgerufene Bewegungen mit einander vermengt worden sind.

Postulat IV

Auf diesem Wege muss auch eine zuverlässige zeitliche Korrelation zwischen dem Alter der Stufen in Fennoskandia und der historischen Zeitrechnung zu erhalten sein, wovon schon Danes und Ramsay geträumt haben, ohne jedoch näher ihre Gedanken über die praktische Realisierung dieser Aufgabe zu entwickeln. Durch die grossen Ausgrabungen in Ur in Mesopotamien, über welche vorläufige Mitteilungen von Wolley Mallowan, u. a. erschienen sind, wurden Spuren von successiven Transgressionen zwischen den Kulturschichten nachgewiesen. Dies ist wohl so zu deuten, dass für die Anwendung der beschriebenen Methode auch in diesem Fall positive Möglichkeiten vorhanden sind. Ehe jedoch solche Fernkonnexion möglich wird, müssen aber die successiven eustatischen Termen aus den Summen $e \pm i$ separiert werden. Wie dies gemacht werden soll, ist schon beschrieben worden.

Postulat V

Da wir jetzt wissen, dass die epeirogenetische Erscheinung isostatischer Natur ist, wird es auch möglich sein, eine Zeitgleichung für die Bewegungen aufzustellen, vorausgesetzt, dass einige bestimmte Etappen in der postglazialen Entwicklung sicher datiert worden sind. Die Aufgabe beschränkt sich unter diesen Umständen auf die Konstruktion einer Kurve, wie es Ramsay versucht hat, nicht aber mit den absoluten Höhen der Etagen als Ausgangspunkt, denn diese hängen wesentlich von den einstigen zufälligen Lagen des Meeresspiegels ab,—sondern mittels der Tangenten der relativen Deformationswinkel. Sind in einer solchen Kurve einige Punkte sicher datiert worden, so ergibt sich die Möglichkeit, die absolute chro-

nologische Stellung anderer Punkte in der Kurve mathematisch genau zu berechnen. Auf diese Weise erhalten wir ein verfeinertes Mittel, die postglazigenen Ablagerungen in verschiedenen Teilen unserer Erde sehr genau zu datieren.

Die Darstellung, die ich hier zu entwickeln die Ehre gehabt habe, enthält neue und möglicherweise für Viele nicht ganz offenbare Gesichtspunkte. Es ist vielleicht nicht unzweckmässig, dass ich zum Schluss die erhaltenen Resultate zusammenfasse.

1. Soweit man nach den einschlägigen Verhältnissen in den nördlichen und westlichen Teilen der Randgebiete von Fennoskandia beurteilen kann, ist die spätquartäre Landhebungserscheinung wenigstens in allem Wesentlichen—als eine durch die Vereisung ins Leben gerufene, rein isostatische Reaktion aufzufassen, die sich in negative und positive Krustalbewegungen von ungemein harmonischem, langsamen Verlauf offenbart. Es ist nur für die von exogenen Ursachen entstandenen Krustalbewegungen der Gilbertsche Term „epeirogenic" anzuwenden. Nach den jetzt bekannten Angaben zu urteilen gilt dieselbe Erklärung auch für die nordamerikanische Landhebungserscheinung.

2. Durch Vermittelung der während der successiven Zeitmomente bestehenden Interferenzkombinationen zwischen der Eigenbewegung der Erdkruste und den auf- und abgehenden Bewegungen des Meeresniveaus, welche Kombinationen von den schief gehobenen ehemaligen Strandflächen einregistriert worden sind, ergibt sich ein objektiver Ausweg für die Homotaxis der pleistozänen und holozänen Ablagerungen in den weit von einander entfernten Gegenden unserer Erde, in welchen eine ungleichförmige Landhebung stattgefunden hat.

3. Sobald die zeitliche Übereinstimmung zwischen den geologischen Stufen in verschiedenen Landhebungsgebieten sicher bekannt geworden ist, wird die Trennung der isostatischen und der eustatischen Termen aus ihrer Summe möglich sein.

4. Darnach kann auf diesem Wege auch eine direkte Verbindung der marinen, und indirekt der terrestrischen Ablagerungen mit den historisch oder geochronologisch datierenden Schichten durchgeführt werden.

5. Nachdem schliesslich für die verschiedenen Teile unserer Erde der synoptische Überblick der epeirogenetischen Prozesse während

aufeinanderfolgender Zeitmomente möglich geworden ist, scheint nicht ausgeschlossen zu sein, dass man auf diesem geologischen Wege konkrete Anhaltspunkte für die physikalischen Verhältnisse im Innern der Erde und besonders eine mehr bestimmte, quantitative Auffassung von der inneren Dynamik der Erdkugel und den am meisten noch in Dunkel gehüllten kinetischen Prozesse erhält, durch welche die verschiedenen Krustalbewegungen mechanisch reguliert werden; vergl. Jeffreys, 1929.

Die hier angedeutete auf objektivem Grunde durchführbare Homotaxis der isochronen spätquartären Ablagerungen in verschiedenen Teilen der Welt und somit die Datierung der Ereignisse, die durch diese angedeutet werden, hat keineswegs belanglose Bedeutung für mehrere Wissenschaften. Wie es in den Einleitungsworten angedeutet wurde, ist es von durchgreifender Bedeutung für Geologie, Geophysik, Botanik, Zoologie, Ethnologie, Archäologie u. a. Zweige der Naturforschung bei der Beurteilung der Ursachen und Wirkungen der Erscheinungen, diese planetarisch überblicken zu können und die Beschaffenheit der successiven isochronen Assoziationen und deren Veränderungen in den verschiedenen Gegenden unseres Planeten während der aufeinander folgenden synchronen Abschnitte mit einander vergleichen zu können. Für die Beurteilung etlicher anderer Fragen, z. B. betreffend den Einfluss der Zeitdauer auf die dynamischen geologischen Prozesse, wie Verwitterung und Erosion, ebenso wie geophysische Erscheinungen wie die Krustalbewegungen, für die Rekonstruktion der synoptischen Karten der paläogeographischen, inkl. archäologischer Etappen, für die vergleichende Erforschung der Ursachen der Klimaschwankungen, für das Feststellen der Art und der Reihenfolge in dem Ausbreitungsprozesse der Tiere und Pflanzen, für das Erforschen der Mutationen und der Rassenbildung, sowie der Kulturarten und deren Wanderungen, ebenso wie andere verwandte Fragen, wird eine solide Plattform geschaffen, nur wenn schon bei der Problemstellung das Zeitmoment objektiv und streng berücksichtigt wird.

ОСНОВНЫЕ ПОЛОЖЕНИЯ К УСТАНОВЛЕНИЮ ОДНОВРЕМЕННОСТИ ГЕОЛОГИЧЕСКИХ ЯВЛЕНИЙ НА РАЗЛИЧНЫХ МАТЕРИКАХ (ИНТЕРКОНТИНЕНТАЛЬНЫЙ ГОМОТАКСИС)

В. ТАННЕР

РЕЗЮМЕ

При методическом изучении природных явлений сейчас все ярче проявляется стремление установить их происхождение и причинные зависимости между ними. Для последнего, однако, совершенно необходимо знать последовательность явлений во времени. Без точного обозначения возраста отдельных явлений изучение их незаметно может перейти на неправильные пути и дать ложные заключения, как это видно из нижеприводимых примеров:

1) В Фенно-Скандии была сделана попытка установить максимальное распространение позднеледникового моря по так называемым „морским границам", т. е. по самому высокому положению древних линий. При этом не учитывалось то, что эти древние береговые линии отмечали положение берега моря в различных местах в разное время и что, следовательно, о распространении моря в один определенный момент времени они ничего не говорят.

2) Фауна морских отложений побережья Фенно-Скандии свидетельствует о неоднократных климатических изменениях в послеледниковое время. Эти изменения могли быть общими для всего земного шара или же могли быть вызваны различиями в интенсивности теплых течений на северо-востоке Атлантического океана. Лишь сопоставление отложений Фенно-Скандии с другими областями, в частности с Северной Америкой, может разрешить этот вопрос. Но при таких сопоставлениях необходимо строгое хронологическое обоснование, иначе же возможны крупные ошибки.

3) Миграциями животных и растений нередко злоупотребляют для заполнения пробелов в наших познаниях. Нет сомнения, такие миграции происходили в истории земли довольно часто, но в каждом отдельном случае их надо доказать и обосновать, а также увязать с другими, одновременными им, явлениями.

Таким образом, очевидна необходимость в относительном, а по возможности и абсолютном, установлении возраста отдельных явлений, т. е. установлении одновременных эквивалентов

в различных частях земного шара или, как называет это автор, в объективном интерконтинентальном гомотаксисе отложений.

Де Геер в своем опыте трансатлантической параллелизации ленточных глин преследовал уже эту цель, к которой автор подходит с совершенно иными методами.

Из применявшихся раньше методов для установления гомотаксиса четвертичных отложений, удаленных друг от друга, наиболее важными являются следующие:

1) Классический метод гомотаксиса в геологии — палеонтологический. Но известно, что животные и растительные ассоциации в море в значительной мере зависят от местных условий: рельефа дна, течений, температуры воды, содержания солей и терригенных частиц и других факторов. Так образуются фации, занимающие близкие друг к другу участки, строго одновременные, но и резко отличные по характеру. В морских отложениях Фенно-Скандии ряд ископаемых руководящих форм моллюсков неоднократно появлялся в морях при соответствующих изменениях климата. Содержащие их отложения отнюдь не являются синхроничными. Это свидетельствует о том, что даже на близких расстояниях гомотаксис на палеонтологической основе не всегда возможен, а для сопоставления слоев через океан им почти совсем нельзя пользоваться.

2) Для гомотаксиса позднечетвертичных континентальных отложений применяется другой метод, основывающийся на изменениях мощности слоев в слоистых осадках, например, в ленточных глинах. Этот метод очень хорош в небольших замкнутых районах, но не выдерживает критики при сопоставлении серий слоев, удаленных друг от друга и лежащих в различных географических областях. Мощность годичных слоев зависит не только от притока солнечной энергии, но и от местных метеорологических и геофизических факторов, несомненно разных на противоположных берегах Атлантического океана.

3) Пыльцевые анализы показывают, что пыльца различных растений в определенных слоях заключается в определенных пропорциях. Количественные изменения в пыльцевых ассоциациях могут служить основой для гомотаксиса отложений, их заключающих. Однако и этот метод хорош лишь для ограниченных областей и почти неприменим для трансатлантических сопоставлений, так как находится в зависимости от локальных климатических изменений.

4) То же можно сказать о методе, базирующемся на колебаниях мощностей годовых колец деревьев, возможно зависящих от климатических изменений. Этот метод остается неясным даже при применении его на небольших расстояниях.

Значение всех вышеперечисленных методов гомотаксиса ограничено районами, внутри которых местные климатические колебания не играют большой роли. Вне рамок указанных районов невозможность учесть различия в климате сводит на нет ценность всех методов гомотаксиса. В таких условиях может применяться лишь такой метод гомотаксиса, который не зависит от климатических изменений и является вполне объективным. Основой для подобного метода может служить геофизическое явление, обычно называемое эпейрогенезом.

По вопросу о разграничении орогенических и эпейрогенических движений автор примыкает к взглядам Жильберта и полагает, что орогенические движения обусловлены эндогенными процессами, эпейрогенические—экзогенными, а именно явлениями изостазии. Эрозия на одних участках земной коры и аккумуляция на других вызывают медленные поднятия и опускания. Аномалии силы тяжести в Фенно-Скандии могут быть объяснены только путем поднятия ее после освобождения от ледяной нагрузки в ледниковую эпоху.

Несомненным показателем хода эпейрогенических движений морских побережий являются древние положения береговой линии, обозначенные приподнятыми береговыми образованиями, абразионными и аккумулятивными террасами, нередко палеонтологически охарактеризованными. В Фенно-Скандии автор, базируясь на принципе изостазии, выделяет ряд древних береговых поверхностей. Фенно-Скандия, представляющаяся всем стабильным участком земной коры, в действительности состоит из отдельных глыб, то более, то менее подвижных. Детальное рассмотрение и прослеживание по всему побережью Фенно-Скандии древних береговых поверхностей достаточно наглядно, если отрешиться от учета местных аномальных движений наиболее подвижных глыб, показывает правильность принципа изостазии, точнее принципа так называемой ледниковой нагрузки. Исчезновение льда вызвало изостатическую реакцию, выразившуюся в негативных и позитивных движениях земной коры, чрезвычайно гармоничных и медленных.

В определенные моменты времени собственно движения глыб, освободившихся от давления льда, и колебания уровня моря

совпадали, слагались и давали в результате береговые поверхности, сейчас косо приподнятые и могущие служить исходным пунктом для объективного гомотаксиса четвертичных отложений.

В области североамериканского оледенения тоже наблюдаются сходные, экзогенного характера, изостатические движения.

Эпейрогенический метод пригоден для установления гомотаксиса позднечетвертичных слоев в области Фенно-Скандии и прилегающих территорий. Известную опасность при его применении представляет наличие местных движений отдельных глыб, недоучет которых может повести к неправильным параллелизациям отдельных террас. Здесь на помощь должна притти палеонтология. Объединенные палеонтологические и геофизические данные позволяют уже достаточно уверенно сопоставлять древние береговые поверхности на всем пространстве Фенно-Скандии.

Ценность эпейрогенического метода не ограничивается применением его лишь в пределах Фенно-Скандии. Последовательность четвертичных отложений в Северной Америке и Европе в общем дает возможность установить идентичность крупных климатических изменений на обоих континентах. Однако климатические колебания позднеледникового времени не были совершенно одинаковы, как это предполагает, например, Де Геер. Солнечное излучение и его температурный эффект на поверхности земли не находятся в простой пропорциональной зависимости друг от друга. Морские и воздушные течения вносят сюда значительные коррективы, почему полной аналогии между Европой и Америкой ожидать нельзя. Метод ленточных глин, предложенный Де Геером, не может поэтому совершенно применяться для сопоставлений между двумя материками. Гомотаксис, основанный на колебаниях поверхности мирового океана, совершенно свободен от воздействия местных климатических причин и поэтому является вполне объективным. Кривая осцилляций моря, прослеженная автором на берегах Фенно-Скандии, остается настолько постоянной, что, очевидно, сохраняется и для всего земного шара, причем меняется лишь интенсивность отдельных ее моментов. Амплитуды колебаний зависят от масштаба поднятия данного участка после таяния льда, а также от других местных факторов и поэтому могут быть различны. Составленные эмпирическим путем осцилляционные кривые для отдельных областей древнего оледенения будут очень сходны между собою и позволят провести полную синхронизацию событий в самых удаленных

пунктах земли. Внутри выделенных таким образом ярусов с помощью уже других методов гомотаксиса (пыльцевой анализ, мощность слоев в слоистых осадках, мощность годовых колец деревьев и др.) можно добиться еще большей детализации и распространить ее также на области, не захваченные эпейрогеническими движениями.

Для Америки и Сибири пока еще не сведены данные по эпейрогеническим движениям позднечетвертичного времени, но материалов по этому вопросу для Северной Америки уже достаточно.

Многое говорит за то, что оледенения обоих гемисфер были одновременны, хотя другие исследователи это отрицают. В теоретическом отношении вопрос все еще представляется далеко неясным. Путем геолого-геофизических сопоставлений можно было бы установить степень одновременности оледенений на всем земном шаре. Некоторые материалы по этому вопросу уже есть, но параллелизация с другими областями сильно затруднена тем, что Антарктика представляет активную орогеническую зону, где экзогенные и эндогенные процессы наложились одни на другие и вызванные ими движения обладают, вероятно, сложным характером. Эпейрогенический метод позволит также провести аналогии между возрастом ярусов Фенно-Скандии и историческими эпохами. Так, в Месопотамии следы трансгрессии найдены между культурными слоями, и определить их абсолютный возраст не представляет особого труда.

Исходя из того, что эпейрогенические явления имеют изостатический характер, оказывается возможным установить время этих движений и выделить определенные этапы в послеледниковое время. Задача сводится к составлению кривой, но не на основе абсолютных отметок, зависящих от уровня моря, а на основе тангенсов углов перемещения. Если некоторые точки этой кривой будут иметь абсолютный возраст, то его можно распространить и на всю кривую, и таким образом появится возможность точного определения возраста послеледниковых отложений в различных частях земного шара.

Наконец, обзор эпейрогенических процессов, последовательно происходивших на земле, может послужить базой для познания физических условий внутренних частей земного шара, внутренней динамики его и все еще очень неясных кинетических процессов, регулирующих различные движения земной коры.

Изложенный автором на объективной основе гомотаксис одновременных позднечетвертичных отложений в разных частях света имеет несомненно большое значение для ряда естественных наук: геологии, геофизики, ботаники, зоологии, этнологии, археологии и др. Установление последовательности явлений во времени и возможность их сопоставления на поверхности нашей планеты крайне важны при разрешении многих вопросов из самых разнообразных областей знания.

(*В. Н. САКС.*)

К ГЕОЛОГИИ ОСТРОВА ВРАНГЕЛЯ

В. И. РЫЦК

Остров Врангеля до настоящего момента является одной из наименее освещенных в геологическом отношении территорий советского сектора Арктики.

Те эпизодические посещения его геологами, которые имели место, а также сборы и указания различных лиц, не специалистов, конечно, не могли дать нам ясного представления о геологическом строении острова, занимающего площадь около 8000 км² и сложенного дислоцированными горными породами.

За последние 54 года (с момента первого посещения его судном) о-в Врангеля посещался различными экспедициями сравнительно немного, и материалов по геологии накоплено очень мало, а потому всякий новый факт, всякое новое сообщение представляется очень ценным и заслуживающим внимания. Но между тем даже те скудные сборы, которые мы имеем, частью не использованы и не фигурируют в литературе. Я имею в виду коллекцию Г. А. Ушакова, доставленную в Академию наук в 1929 г. По этим сборам была написана лишь одна небольшая заметка П. В. Виттенбургом „Об открытии верхнетриасовой фауны Земли Врангеля", тогда как петрографические образцы, в числе 46 штук, дающие очень много к познанию острова, повидимому, даже не подвергались просмотру. В 1934 г. было доставлено еще несколько образцов горных пород, также дополняющих характеристику острова.

Впервые к о-ву Врангеля подошло судно „Томас Корвин", под командой Гупера, в 1881 г., отправленное американским правительством на поиски пропавшего судна „Жаннета", экспедиции лейтенанта Де Лонга. Партия этой экспедиции высадилась на восточном берегу, в устье реки Клер. Береговые скалы, по ее сообщению, вблизи места высадки сложены темными

глинистыми сланцами, а на намывном берегу были найдены обломки песчаника, кварца, гранита, слюдистого сланца, а также куски пород, содержащих пирит.

В том же году капитан судна „Роджерс", Берри, плававший в Ледовитом океане с той же целью, прошел с партией вглубь острова, причем им указывается, что приходилось двигаться по каменистой, трудно проходимой дороге, среди гранитов и сланцев.

В 1911 г. к о-ву Врангеля, с западной стороны, подошел пароход „Вайгач". На берег была высажена партия в несколько человек, в числе которых был геолог экспедиции И. П. Кириченко. Он прошел маршрутом вдоль западного берега, от горы Томас, на север и сделал ряд интересных геологических наблюдений. Материалы И. П. Кириченко были опубликованы И. П. Толмачевым, который, кроме геологического описания маршрута, приводит ряд фотографий острова и схематический разрез, составленный И. П. Кириченко. По его данным, западный берег сложен черными глинистыми сланцами, дислоцированными в складки широтного простирания. Коренные выходы сланцев на этом берегу чередуются с осыпями, покрывающими склон берега. Углы падения сланцев, отмеченные И. П. Кириченко, не менее 45°. Западный коренной берег на юге оканчивается мысом Томаса, к которому с юга примыкает обширная низменная полоса с большой лагуной.

Низменность и косы, отделяющие лагуны от моря, сложены галечником, состоящим из черного сланца, часто прорезаемого кварцевыми прожилками. Кроме того, экспедицией были найдены гальки гранита и порфира.

Вдоль коренного берега И. П. Кириченко прошел около 8 км. Таким образом, вся северная часть западного берега осталась неосвещенной.

И. П. Толмачев в своей статье совершенно не упоминает о фауне или о растительных остатках, найденных будто бы на острове, между тем как врач экспедиции „Вайгача" Э. Арнгольд в своей книге „По заветному пути" сообщает следующее: „Однако же нам удалось найти много окаменелостей, раковин разных видов, отпечатков растений...", и дальше он указывает: „... а в обнаженных пластах одной горы, в глубине острова, километров 20 от места нашей стоянки, мы обнаружили большие залежи каменного угля".

Является ли сообщение Э. Арнгольда достоверным или оно не соответствует действительности, пока остается неизвестным. Конечно, к данным его приходится относиться с большой осторожностью, так как в материалах И. П Кириченко, повидимому, подобных указаний не было, что является несколько странным, так как И. П. Кириченко, будучи геологом экспедиции, мне кажется, не мог пропустить столь интересных фактов. Или же здесь приходится предположить, что материалы И. П. Кириченко не все были переданы И. П. Толмачеву.

В 1926 г. на о. Врангеля была заброшена советская колония, во главе с Г. А. Ушаковым. За три года пребывания Г. А. Ушакова на острове им была произведена глазомерная съемка побережья и собрано 46 образцов горных пород и несколько образцов с фауной. Последняя им была обнаружена на южном берегу вблизи колоний, как в коренном залегании сланцев, так и во вторичном. Эта фауна была определена и описана П. Виттенбургом как верхнетриасовая. Петрографические образцы были взяты с восточного и юго-восточного берега, но до сих пор их никто не просматривал, несмотря на то, что эти образцы, как я уже указывал, представляют большой интерес и дополняют наши знания о геологическом строении острова.

В 1929 г., для смены зимовщиков, к острову прибыл ледорез „Ф. Литке", на борту которого находился геоморфолог В. П. Кальянов. За время стоянки судна им был совершен небольшой маршрут, от бухты Роджерса, вглубь острова, а также произведены некоторые наблюдения в прибрежной части его. Направление пройденного маршрута — ССЗ, и конечным пунктом его явилась долина р. Клер.

На пути Кальяновым были встречены обнажения сланцев, местами с триасовой фауной, а в одном месте — россыпь андезита. Повидимому, район, по которому был пройден маршрут, не изобиловал обнажениями коренных пород, так как сведения о них очень неполны и отрывочны. Но он сделал довольно значительное количество морфологических наблюдений и при этом отметил обилие ледниковых форм, характер которых заставляет его предполагать о наличии в прошлом сплошного оледенения острова.

Южный берег, вблизи бухты Роджерса, представляет собой морскую террасу у современной береговой линии, достигающую высоты 10 м. Обилие намывных кос и бухт, превра-

щающихся в настоящее время в замкнутые озера, убеждает его в продолжающемся отступании моря.

В 1932 г. С. В. Обручев и К. А. Салищев совершили полет над о-вом Врангеля, в результате чего К. А. Салищевым составлена карта, в масшабе 1 : 1 000 000 (для составления этой карты, кроме летных наблюдений, им использованы все картографические материалы по острову), а С. В. Обручевым дан предварительный орографический очерк, намечающий основные элементы рельефа.

В 1934 г. в Арктический институт было доставлено несколько образцов пород геологом Бокитько, который пробыл на острове несколько дней. Среди образцов имеются черные глинистые сланцы (1 кусок с триасовой фауной), метаморфический сланец и известняк с большим количеством криноидей.

В том же году вернулся с пятилетней зимовки А. И. Минеев. Им была собрана большая геологическая коллекция, которую он, к сожалению, оставил в Петропавловске, а в Ленинград привез только несколько окатанных кусочков каменного угля и одну гальку гранита.

Этим, в кратких чертах, и исчерпывается весь фактический материал, собранный со времени первой высадки в 1881 г. на остров экспедиции Гупера, до настоящего момента, причем приходится отметить, что большинство собранных материалов относится к южным частям, а северные районы остаются пока совершенно неосвещенными.

П. В. Виттенбург в своей статье говорит об однородности геологического строения о-ва Врангеля и на основании обнаруженной триасовой фауны (*Pseudomonotis ochotica* Keys.) в глинистых сланцах, пользующихся большим развитием, относит отложения, слагающие остров, к верхнему триасу.

Едва ли можно согласиться с таким утверждением хотя бы уже потому, что триасовая фауна была обнаружена лишь вблизи южного берега, и, таким образом, естественно, остается предполагать, что в центральных и северных частях острова, при ширине его до 70 км и при дислоцированности слагающих его горных пород, можно ожидать отложений иных возрастов. Последнее предположение в некоторой степени подтверждается и теми материалами, которые мы имеем в настоящее время. Глинистые сланцы, в которых найдена была фауна, отличаются плотностью и во всех случаях филлитизированы. Наряду с этим,

в коллекции Г. А. Ушакова имеются взятые с мыса Миловзорова образцы сланцев, неизмененных, пористых, совершенно без вторичных минералов, а также типичные рассланцованные филлиты и слюдисто-цоизитовые сланцы. Таким образом, сланцевые породы о-ва Врангеля не производят впечатления однородности, и, вероятно, они принадлежат не только верхнетриасовому возрасту. Не исключена возможность, что на острове имеются также и континентальные мезозойские отложения, в пользу чего говорят гальки угля, доставленные Минеевым, и ствол окаменелого дерева, найденный Бокитько. Из устного сообщения А. И. Минеева можно было заключить, что гальки угля по речкам встречаются очень часто. С этой же точки зрения интересным представляется то, что на Чукотском п-ве В. И. Серпуховым в 1933—1934 гг. были обнаружены континентальные мезозойские, возможно юрские, отложения с растительными остатками.

В свете этих фактов, сообщение Э. Арнгольда об обнаруженных им растительных остатках и о наличии каменного угля становится более вероятным. Во всяком случае это обязывает будущего исследователя о-ва Врангеля обратить особое внимание на этот вопрос, тем более, что он важен с точки зрения современной экономики Севера.

Кроме того, в коллекции Г. А. Ушакова имеются образцы белых и желтоватых кристаллических доломитизированных известняков, взятых с мыса Уэринга (восточный берег). Фауна в этих образцах не обнаружена, но характер их указывает на сравнительно древний возраст. Имея в виду, что на северо-востоке Сибири верхний палеозой (пермь) представлен терригенными осадками — различными сланцами и песчаниками, а известковой фации до сих пор почти неизвестно, — скорее всего нужно ожидать, что доломитизированные известняки, развитые в районе мыса Уэринга, относятся к более древним образованиям.

Привезенный же Бокитько известняк имеет совершенно другой облик. Он темносерого цвета, плотный, с большим содержанием члеников криноидей и одним неопределимым обломочком брахиоподы. По соображениям, указанным выше, а также по обилию криноидей здесь скорее встает вопрос о карбоне, который известен также на Аляске и представлен там известняками.

В коллекции Г. А. Ушакова имеются образцы, представляющие собой вторичные кварциты, взятые также из района мыса

Уэринга. Макроскопически они выглядят плотными, почти афанитовыми породами, белого и серого цветов. Под микроскопом в них обнаруживается гранобластическая и кварцитовидная структура. В одном шлифе едва намечается реликтовая структура, которая настолько сильно затемнена вторичными процессами, что определить ее не удается. Один шлиф обнаруживает некоторое количество слабо поляризующего темного глинистого материала, расположенного более или менее параллельно среди преобладающей массы микрозернистого кварца. В некоторых шлифах встречаются небольшие участки крупно-кристаллического кварца и отдельные кристаллики кальцита и пирита.

За счет каких пород произошли эти кварциты, остается пока невыясненным, но возможно, что они образовались метасоматически, из известняков.

К северу от мыса Уэринга Г. А. Ушаковым было взято несколько образцов тектонических брекчий, состоящих из остроугольных обломков доломитизированных известняков и вторичных кварцитов, сцементированных кальцитом и кварцем. К этой же тектонической зоне, повидимому, довольно мощной, приурочено большое количество кварцевых и кальцитовых жил.

Изверженные породы на о-ве Врангеля не имеют большого развития. Об этом можно судить по тому, что до сих пор, несмотря на ряд коллекционеров, мы имеем о них очень незначительные сведения. У Бери мы находим указания на граниты, встреченные им в центральных частях острова. Гупер указывает на гальку гранита, найденную его партией в устье р. Клер. В. П. Кальянов встретил россыпь андезита вблизи южного берега. Наконец П. В. Виттенбург отмечает порфир, встреченный будто бы Г. А. Ушаковым в районе мыса Уэринга. В настоящий момент в коллекции Г. А. Ушакова образца порфира мною не обнаружено. Галька гранита, привезенная А. И. Минеевым, принадлежит микроклиновому граниту, цветным компонентом которого является мусковит. Гальки гранита и порфира встречены также экспедицией „Вайгача".

Во многих образцах горных пород о-ва Врангеля встречается пирит как в виде мелких рассеянных кристалликов, так и крупных, достигающих 1,5—2 см в поперечнике. В одном образце известняка, взятом Г. А. Ушаковым из района мыса Уэринга, мною были обнаружены сфалерит и халькопирит. Минеев указывает также на найденный им крупный кусок светлой слюды.

Все эти факты указывают на то, что на острове несомненно имели место поствулканические процессы, представленные различными температурными фазами и связанные с интрузиями кислых пород. При этом необходимо отметить, что магма, повидимому, не была лишена металлических компонентов, что представляется весьма интересным.

Четвертичная геология о-ва Врангеля мало изучена, и пока можно считать установленным лишь связь острова с Чукотским полуостровом в четвертичное время, что доказывается присутствием на нем остатков мамонта. В пользу этого также говорит и флора, собранная В. П. Кальяновым и описанная М. И. Назаровым. Последний усматривает в ней очень много общего с флорой Чукотского п-ва и Аляски.

Весьма интересным вопросом является образование о-ва Врангеля. И. П. Толмачев предполагает, что о-в Врангеля отделен от Чукотского п-ва в результате погружения области, лежащей между ними. Делая такое предположение, И. П. Толмачев подчеркивает, что никаких прямых указаний на тектонический характер этой впадины нет, кроме наличия некоторых признаков в конфигурации северного побережья Чукотского п-ва. Каковы эти признаки, автор не указывает, и мне думается, едва ли они могут быть достаточно убедительными.

О-в Врангеля расположен в 150 км от Чукотского берега в области шельфа, глубины которого не превышают 60 м. Увеличение глубин замечается лишь только севернее острова, где, повидимому, и намечается континентальная ступень и переход в собственно Ледовитый океан. Рассматривая глубины пролива Лонга и сравнивая их с глубинами морей Восточносибирского, Чукотского и Лаптевых, мы принуждены отметить, что ничего отличного в характере распределения их не имеется; поэтому нет и оснований полагать иной способ образования пролива Лонга.

Характер северного побережья Чукотского п-ва, судя по работам последних лет, также не дает указания на наличие молодых дизъюнктивных дислокаций.

С. В. Обручев, кратко останавливаясь на этом вопросе, высказывает предположение, что о-ва Врангеля и Геральда представляют собой остатки горста, простирающегося в широтном направлении. Если и можно приписывать этим островам такой способ образования, то при этом нельзя не отметить, что фор-

мирование гряды произошло сравнительно давно, вероятно, еще в доледниковое время.

Позже эта тектоническая гряда самостоятельных движений, вероятно, не испытывала и подвергалась лишь общим эпейрогеническим колебаниям. Подтверждение этому можно видеть в намечающемся сходстве рельефа береговых частей Чукотского п-ва и о-ва Врангеля, на что указывают все исследователи, наблюдавшие оба берега.

Работами В. И. Серпухова и Д. Ф. Бойкова на северном побережье Чукотского п-ва установлено наличие четырех морских террас.

На двух из них сохранились еще морские отложения. Наибольшим развитием пользуется нижняя терраса, достигающая во многих местах десятка километров ширины, при высоте около 10—15 м.

Верхняя терраса, высота которой, по определению В. И. Серпухова и Д. Ф. Бойкова, равняется 300 м, в настоящее время представлена столообразными вершинами, расчлененными глубокими, частью ледниковыми долинами.

На о-ве Врангеля также прекрасно выражена нижняя терраса, перекрытая местами галечниками и имеющая высоту около 10 м над уровнем моря. На южном его берегу она достигает 5 км ширины. На северной стороне острова она имеет, повидимому, большее развитие, и, вероятно, ее распространение более или менее соответствует местности, носящей название „Тундры Академии".

С. В. Обручев в своей статье об о-ве Врангеля отмечает в его восточной части плато, по приблизительному определению, около 200 м высотой. А. И. Минеев, зимовавший на о. Врангеля, устно мне сообщил, что на нем очень часто встречаются столообразные вершины, из которых часть имеет столь характерный вид, что он назвал их „Столовыми горами". Все эти данные, правда, очень отрывочные и неточные, все же дают некоторые основания говорить о действительном сходстве берегового рельефа Чукотского п-ва и о-ва Врангеля, что едва ли могло бы быть при наличии молодых дизъюнктивных дислокаций на последнем, так как они должны были бы обусловить присутствие специфических черт в рельефе острова, не свойственных северному побережью Чукотского п-ва.

Сформировавшаяся гряда вначале, вероятно, имела связь с материком, но при последующей трансгрессии моря произошло не только отделение ее от Чукотского п-ва, но и сокращение площади острова по сравнению с современной, благодаря

захвату больших пространств морем. Нарушенная связь с материком была снова восстановлена при отступании моря. В этот момент могла происходить миграция фауны и появление на о-ве Врангеля мамонта. Этому времени отвечает, повидимому, и образование глубоких долин на Чукотском п-ве, как-то Провидение, Мечигменская, Лаврентия и т. п.

Более поздние эпейрогенические движения, повидимому, были незначительной амплитуды, но в результате таковых произошло окончательное отделение острова от материка.

О тектонике добавить почти нечего к тому, что мы находим в статье И. П. Толмачева. Можно лишь указать на три замера, произведенные В. П. Кальяновым при его маршруте к р. Клер. При этом простирание сланцев во всех трех случаях наблюдалось широтное, и таким образом это направление простирания выдерживается на всем протяжении острова. Кроме складчатых явлений, которые проявлялись здесь очень интенсивно, мы здесь имеем признаки развития радиальных дислокаций, результатом которых являются тектонические брекчии, развитые в районе мыса Уэринга.

ЛИТЕРАТУРА

1. Аргольд Э. — „По заветному пути". Воспоминания о полярных плаваниях и открытиях на ледоколах „Таймыр" и „Вайгач" в экспедициях 1910—1915 гг., под редакцией М. С. Бындарского, изд. 1929.

2. Виттенбург П. В. — Об открытии верхнетриасовой фауны на Земле Врангеля. Доклады Академии наук СССР, № 11, 1930.

3. Кальянов В. П. — Отчет о геоморфологических работах в рейсе ледореза „Литке" к о-ву Врангеля в 1929 г. Тр. Гос. Ок. инст., том IV, вып. 2, 1934.

4. Криштофович А. Н. — Геологический обзор стран Дальнего Востока. Г. Р. Изд. Л. 1932.

5. Назаров М. И. — „К флоре о-ва Врангеля". Тр. Гос. Ок. инст., том III, вып. 4, 1933.

6. Обручев С. В. — К орографии острова Врангеля. „Арктика", книга 1, стр. 151, 1933.

7. Салищев К. А. Остров Врангеля и его карты (с одной картой). „Арктика", кн. 1, стр. 124, 1933.

8. Толмачев И. П. — Заметки о геологии острова Врангеля и острова Геральда. Изв. Акад. наук, VI серия, стр. 207, 1912.

9. Gilder W. H. — Ice-Pack and Tundra. Petermann's Mitt., Bd. 28, S. 9, 1882.

10. Hooper C. L. — Report of Cruise of the U. S. Revenue Steamer „Thomas Corwin" in the Arctic Ocean, p. 66, 1881.

THE GEOLOGY OF WRANGEL ISLAND

BY V. I. RYTSK

SUMMARY

Wrangel Island is at the present time, in a geological respect, one of the least known territories of the Soviet Section of the Arctic.

Neither the episodical visits to the island made by geologists, nor the collections gathered by various people, non specialists, who had called there, nor their indications furnish any clear idea of the geological structure of Wrangel Island.

Yet, notwithstanding the insignificant number of expeditions and the scanty material gathered by them, we have been in possession of collections brought from Wrangel Island, which up to now did not figure in literature.

The author has in mind the collection of G. A. Ushakov, handed over in 1929 to the Academy of Sciences.

A small article only—„On the discovery of the Upper Triassic fauna of Wrangel Island" has been written by P. V. Wittenburg, whereas the petrographical samples, 46 in number, which provide many new data for the knowledge of the island, had not been subjected to any further examination.

In 1934 were brought over, by the geologists Bokitko and Mineev, some more samples, that somewhat elucidate the character of the Island.

Besides that, a series of work executed these past few years on the Chuckchee Peninsula, with which Wrangel Island is indubitably connected geologically, allow to make some conjectures concerning Wrangel Island itself.

In view of these facts the author, after having examined the available materials, deems it imperative to publish the present paper.

P. V. Wittenburg speaks in his article of the uniformity of the geological structure of Wrangel Island and, based on the fauna (*Pseudomonotis ochotika* Keys.) found in the shales, ascribes the deposits, forming the island, to the Upper Triassic.

As the Upper Triassic fauna had been found by G. A. Ushakov (whose collection the article P. V. Wittenburg was based on) and later by V. P. Kalyanov in the vicinity of the southern shore only, it seems hardly possible to agree with the opinion expressed by P. V. Wittenburg. It would be but natural to presume that

in the central and northern portions of the island — taking into consideration its width, amounting to 70 km, and the dislocation of the rocks forming it—might be expected deposits of other ages too.

The schists, which, according to the available data, are widely distributed on Wrangel Island, are various and range from normal shales and phyllitic schists to micaceous zoisitic schists, this, obviously, pointing partly to a difference in the age of many of them.

Moreover there have been brought over shingles of coal and the trunk of a fossilized tree, which indicates, to a great degree of probability, the presence of continental deposits, perhaps of Mesozoic age, on the island. Similar deposits, prevailing on the Chuckchee Peninsula, were investigated in 1933—34 by V. I. Serpukhov (who ascribes them, conjecturally, to the Jurassic).

The collection of G. A. Ushakov contains also samples of white and yellowish crystalline dolomitized limestones from Cape Waring (eastern shore of the island).

No fauna has been revealed in them, but the general habitus does not speak of any comparatively ancient age. Considering that in the north-east of Siberia the Upper Palaeozoic (Permian) is represented by terrigenous deposits, by different schists and sandstones, and that the calcareous facies is up to the present time almost unknown, it is to be supposed that the dolomitized limestones, developed in the region of Cape Waring, belong to more ancient formations.

The limestone brought in 1934 by the geologist Bokitko from Wrangel Island (the exact location is unknown to us) has an entirely different aspect. It is compact, of a darkgray colour and contains a large quantity of members of crinoids and one, unfortunately indefinable, small fragment of a brachiopod.

In view of the above said and the abundance of crinoids, as well as of the general aspect of the limestones, there arises the question of the Carboniferous, which is known also in Alaska and represented there by limestones. From the region of Cape Waring G. A. Ushakov brought samples of secondary quartzites, formed probably metasomatically from limestones.

North of this Cape have been taken some samples of tectonic breccia, consisting of acute-angled fragments of dolomitized limestones and secondary quartzites cemented together by calcite and quartz. To this same, evidently fairly thick tectonical zone, is adapted a great quantity of calcite- and quartz-clays.

Igneous rocks are, evidently, of but subordinate significance in the structure of Wrangel Island. Of this we may judge by the fact that the existing data concerning them are even more fragmentary.

Berry indicates granites, which he found in the central parts of the Island. Hooper indicates granite-pebbles found by his party in the mouth of the River Claire. V. P. Kalyanov found andesite sand near the southern shore. Pebbles of granite and porphyry have been found on the western coast of the island by the expedition to Vaigatch. Finally P. V. Wittenburg indicates porphyry discovered, it seems, by G. A. Ushakov on the eastern coast. However, in the collection of the latter there is no specimen of porphyry and probably none had been taken. The granite pebbles brought over by Mineev belong to the microclinal granite, of which the coloured component is the muscovite.

In many samples of rocks from Wrangel Island has been found pyrite, both in the form of small dispersed crystals and of large ones, the latter attaining 1,5—2 cm in diameter. In one specimen of limestone, taken by G. A. Ushakov in the region of Cape Waring, the author discovered sphalerite and chalcopyrite. Mineev indicates also a large piece of clear mica found by him.

All these facts show that on the island indubitably had taken place post-volcanic processes represented by different temperature-phases and connected with intrusions of acid rocks. Here it ought to be mentioned that the magma evidently was not devoid of metallic components, which seems a very interesting fact.

Touching the question of the Quaternary history of Wrangel Island it must be said that the only fact, which may be considered established, is that the island at some moment in the Post-Pliocene was connected with the Chuckchee Peninsula, this being proved by the finding on the island of remnants of mammoths; the flora gathered by V. P. Kalyanov and described by M. I. Nazarov also bearing witmess to this. M. I. Nazarov finds much in common between this flora and that of the Chuckchee Peninsula and of Alaska.

The author supposes—entirely subscribing to the opinion of S. V. Obruchev—that Wrangel Island and Herald Island represent relics of a horst, the formation of which, however, took place long ago, probably in the Ante-Quaternary aera. The horst did not subsequently experience any independent movements, but was subjected to general epeirogenic oscillations only, evidence of which is the

similarity of the relief of Wrangel Island with that of the Chuckchee Peninsula. This similarity could hardly exist, if there had been any young disjunctive dislocations, as they would have created specific features in the relief of the island, not poculiar to the relief of the Chuckchee coast.

The ridge (horst) which had formed was probably at first connected with the continent, but at the following marine transgression, which occurred earlier in the Quaternary period, there took place its separation through submersion of the peneplainized district, situated between it and the continent.

The connection with the continent, which had been disrupted, was, with the following receding of the sea, once more restored. At this moment takes place the migration of the fauna from the Chuckchee Peninsula to Wrangel Island and the appearance there of the mammoth. Later epeirogenic movements were, evidently, of lesser amplitudes, though they resulted in the second and final separation of the island.

As to the tectonics, there is not much left for the author to add to what we find in the paper by I. P. Tolmachev, except to point out three measurements made by V. P. Kalyanov, during his journey along the River Claire. The strike of the schists in all three cases was observed to be a latitudinal one and thus the direction is kept up along the entire extent of the island. Besides folding phenomena, which occurred there with great intensity, there show signs of the development of radial dislocations, and the tectonic brecciae developed in the region of Cape Waring, are the result of the same.

РАДИОАКТИВНОСТЬ ДОННЫХ ОТЛОЖЕНИЙ МОРЕЙ И ОЗЕР СССР

Несколько данных определений радиоактивности железо-марганцовых образований

Л. М. КУРБАТОВ

Радиоактивность донных отложений изучена крайне слабо. Те немногие данные, которые были опубликованы Joly, Pettersson, Piggot и Jimori, относятся к определениям радия в глубоководных океанических отложениях — красных глинах, радиоляриевых, глобигериновых, голубых илах и марганцовых конкрециях.

Таблица 1

Характер отложений	Joly		Pettersson		Piggot	
	Число исследованных образцов	Ra в % $\times 10^{-10}$	Число исследованных образцов	Ra в % $\times 10^{-10}$	Число исследованных образцов	Ra в % $\times 10^{-10}$
Красная глина	3	13,0—52,6	14	1,5—49,5	13	3,20—21,40
Радиоляриевый ил	2	22,8—50,3	2	8,0—18,3	—	—
Глобигериновый ил	5	6,6—7,4	4	1,4—4,9	9	1,92—7,84
Голубой ил	1	3,1	—	—	1	3,08
Терригеневые осадки	—	—	—	—	4	1,80—4,76
Общее среднее	12	17,8	28	10,96	28	6,52

Как видно из таблицы 1, где приведены результаты определений радия первых трех исследователей, [1] красные глины и

[1] Следует отметить довольно значительное расхождение в определениях радия в одних и тех же образцах. Так, например, по данным Joly содержание радия в образце красной глины со ст. 5 экспедиции „Challenger" составляет $15{,}4 \cdot 10^{-10}$%, тогда как по данным Pettersson значительно меньше — $4{,}3 \cdot 10^{-10}$%. Точно так же для одного образца глобигеринового ила по Joly найдено — $7{,}4 \cdot 10^{-10}$%, тогда как по Pettersson — $4{,}9 \cdot 10^{-10}$%.

радиоляриевые илы обладают довольно высоким (по сравнению с горными породами) содержанием радия.

В глобигериновых илах, в голубых илах и терригеновых отложениях радия значительно меньше.

Еще более высокое содержание радия, чем в красных глинах и радиоляриевых илах, было обнаружено Jimori в марганцовых океанических конкрециях (от 2,0 до $13{,}1 \times 10^{-9}$ %).

Что касается донных отложений морей и озер СССР, то радиоактивность этих отложений не изучена совершенно.

Между тем, всестороннее изучение радиоактивности достаточно большого количества образцов позволит определить как величины содержания отдельных радиоактивных элементов в различных типах донных отложений, так и характер их распределения в зависимости от различного рода факторов, что имеет большое значение для выяснения вопросов генезиса радиоактивных элементов в осадочных породах.

В связи с этим мною было начато изучение радиоактивности донных отложений в СССР.

Прежде чем приступить к определениям радиоактивности по каждому морю и озеру в отдельности, представлялось целесообразным произвести определения радиоактивности нескольких наиболее характерных образцов, взятых из разных морей и озер. Так как наибольшее содержание радия можно было ожидать в отложениях, богатых марганцом и железом, то для первых исследований было взято несколько образцов железо-марганцовых образований из девяти морей и озер СССР и для сравнения с ними две марганцовые конкреции из Тихого океана.

Не останавливаясь на описании методов исследования, которые хорошо известны, необходимо лишь указать характер определений и тот порядок, в котором они производились.

Прежде всего по α-излучению определялась активность образца в целом виде и в измельченном. Затем тонко-измельченный образец всыпался в склянку Дрекселя емкостью в 250 $см^3$, и через месяц после запайки производилось определение количества накопившегося за это время радона. Через месяц производилось повторное измерение. После этого образец переводился в раствор, в котором определялось содержание тория X (по эманации методом непрерывного потока воздуха) и радия (эманационным методом). Измерения производились при помощи электрометра типа Шмидта и электрометра типа Лютц-Эдельмана.

Для каждого образца производилось не менее трех измерений. В качестве эталонов были взяты растворы с содержанием 0,5 и $1{,}0 \cdot 10^{-2}$ г тория и $3{,}741 \cdot 10^{-8}$ г и $4{,}217 \cdot 10^{-9}$ г радия, приготовленные ВИМС.

Ниже приводится перечень исследованных образцов с необходимыми сведениями, краткой характеристикой и результатами определений.

1. Карское море. Станция 1. $\varphi = 76°55'$ N; $\lambda = 70°33'$ E у северной части Новой Земли. Глубина 512 м. Рейс „Ломоносова" 1931 г.

Очень плотная, удлиненной формы, довольно крупная (40 × 60 мм) плоская, темнокоричневого цвета конкреция. Края значительно толще средней части. В разломе отчетливо видно слоистое строение.

Содержание радия — $5{,}5 \cdot 10^{-10}$ %
Эманирующая способность — 67,3%
Содержание тория X — $< 1{,}0 \cdot 10^{-3}$% (экв. Th.)

2. Баренцово море. Станция X. $\varphi = 74°00'0$ N; $\lambda = 30°30'$ E. Глубина 274 м. Рейс „Тральщик № 21" 1921 г.

Плотная довольно крупная (55 × 60 мм) округлой формы конкреция с неровной бугристой поверхностью. Верхняя часть желтовато-коричневого цвета, внутренняя—коричневого. В разломе видно концентрическое крупно-слоистое строение.

Содержание радия — $1{,}8 \cdot 10^{-10}$ %
Эманирующая способность — 31,0%
Содержание тория X — $< 1{,}0^{-3}$% (экв. Th.)

3. Белое море. Станция 425. $\varphi = 66°37'15''$ N; $\lambda = 33°43'$ E. Глубина 181 м. Рейс „Персея" 1926 г.

Плотная средних размеров (35—40 мм) конкреция темнокоричневого цвета. В разломе видно концентрическое строение.

Содержание радия — $5{,}4 \cdot 10^{-10}$ %
Эманирующая способность — 66,6%
Содержание тория X — $< 1{,}0 \cdot 10^{-10}$ % (экв. Th.)

4. Онежское озеро. Станция 13. У южной оконечности о-ва Климецкого. Глубина 42 м. Экспедиция Госуд. Гидрологического инст., 1929 г.

Мелкие, величиной с маковое зерно, железисто-марганцовые образования темнокоричневого, почти черного цвета.

Содержание радия—$9{,}2 \cdot 10^{-10}$ %
Эманирующая способность — $66{,}9 \cdot 10$%
Содержание тория X — $1{,}6 \cdot 10^{-3}$% (экв. Th.)

5. Кончезеро. Станция 3. У северной оконечности о-ва Семиверстного. Глубина 10—12 м. Экспедиция Института Геологии и Минералогии, 1931 г.

Небольшие (3—14 мм) рыхлые железо-марганцовые образования темнокоричневого, почти черного цвета. В разломе видны тончайшие концентрические слои черного и темнобурого оттенков.

Содержание радия — $8{,}3 \cdot 10^{-10}$%
Эманирующая способность — 52,6%
Содержание тория X — $< 1{,}0 \cdot 10^{-3}$% (экв. Th.)

6. Финский залив. Станция 23. $\varphi = 59°58'$ N; $\lambda = 28°49'$ E. Глубина 26 м. Рейс „Нерпы", 1930 г.

Плоские, плотные, небольших размеров (12—10 мм) конкреции с поверхностью серовато-желтого, местами коричневого цвета. Края несколько толще средней части. В разломе темнокоричневого цвета, ясно видно тонко-слоистое строение.

Содержание радия—$15{,}4 \cdot 10^{-10}$ %
Эманирующая способность — 70,1%
Содержание тория X — $< 1 \cdot 10^{-3}$% (экв. Th.)

7. Черное море. Местоположение, глубина и время взятия не даны.

Железо-марганцовая корка коричневого цвета на раковинах *Madiola*.

Содержание радия — $31{,}8 \cdot 10^{-10}$%
Эманирующая способность — 63,2%
Содержание тория X — $< 1{,}0 \cdot 10^{-3}$% (экв. Th.)

8. Каспийское море. Станция 36. Местоположение не дано, глубина 20 м. Экспедиция Государственного Гидрологического института, 1934 г.

Плотная, неправильной формы корка, средних размеров (25 × × 50 мм) с поверхностью темнокоричневого цвета. В разломе

резко выделяется центральный слой светлосерого цвета, представляющий тонкую песчанистую пластинку.

Содержание радия — $1{,}2 \cdot 10^{-10}$ %
Эманирующая способность не определялась
Содержание тория X — $< 1{,}0 \cdot 10^{-3}$ % (экв. Th.)

9. Байкал. Станция 8706. У Ушканьих о-вов. Глубина 98 м. Экспедиция Байкальской станции Академии наук, 1929 г.

Кусок плотной, неправильной формы, довольно толстой корки, темнокоричневого, почти черного цвета.

Содержание радия — $19{,}5 \cdot 10^{-10}$ %
Эманирующая способность — 53,8%
Содержание тория X — $< 1{,}0 \cdot 10^{-3}$ % (экв. Th.)

I. Тихий океан. Станция 13. $\varphi = 9°51'$ N; $\lambda = 137°47'$ W. Глубина 4919 м. Рейс „Buconeer", 1899 г.

Небольшой кусочек весом в 3,5 г довольно рыхлой марганцовой конкреции черного с синеватым оттенком цвета.

Содержание радия — $146{,}6 \cdot 10^{-10}$ %
Эманирующая способность — не определена
Содержание тория X — $< 2 \cdot 10^{-3}$ % (экв. Th.)

II. Тихий океан. Станция 285. $\varphi = 32°57'$ S; $\lambda = 137°43'$ W. Глубина 4343 м. Рейс „Challenger", 1875 г.

Небольшие зерна и корочки (весом 0,1—0,4 г) темнокоричневого цвета, почти черного, тонко-слоистого строения.

Содержание радия — $47{,}4 \cdot 10^{-10}$ %
Эманирующая способность — 72,2%
Содержание тория X — $< 2{,}10^{-3}10$% (экв. Th.)

Как видно из приведенных данных, все исследованные образцы железо-марганцовых образований морей и озер в большей или меньшей степени радиоактивны.

Содержание радия в них колеблется в довольно значительных пределах — от $1{,}2 \cdot 10^{-10}$% (образец Каспийского моря) до $31{,}8 \cdot 10^{-10}$% (образец Черного моря), составляя для девяти образцов в среднем $10{,}9 \cdot 10^{-10}$ %.

По сравнению с океаническими марганцовыми конкрециями ($47{,}4 \cdot 10^{-10}$% и $146{,}6 \cdot 10^{-13}$ %) в морских и озерных конкрециях радия значительно меньше.

Эманирующая способность измельченных конкреций значительна — от 31,0% до 70,1%.

Измерения показали также, что небольшие конкреции более активны, нежели крупные конкреции или корки, и что поверхностный слой активнее внутренней части конкреций.

Весьма интересные результаты дали определения тория X. За исключением образца Онежского озера, где было обнаружено $1{,}6 \cdot 10^{-3}\%$ тория X — экв. Th, во всех остальных образцах содержание тория X меньше $1{,}0^{-3}\%$ экв. Th.

Следует особо отметить результат определений тория X в океанических конкрециях. При содержании радия $146{,}6 \cdot 10^{-10}\%$ и $47{,}4 \cdot 10^{-10}\%$ тория X меньше $< 2{,}0 \cdot 10^{-3}\%$ экв. Th.

Отношение тория X к радию во всех исследованных образцах значительно ниже того отношения, которое имеет место в горных породах. Этот факт указывает на то, что в конкрециях отсутствует торий, а короткоживущие изотопы радия — мезоторий I — торий X частично или полностью распались.

Различное содержание радия и мезотория I — тория X в отдельных слоях конкреций, дает возможность подойти к выяснению вопроса о скорости образования железо-марганцовых конкреций радиоактивными методами. С этой целью производится подробное радиологическое исследование нескольких конкреций.

Приведенных данных недостаточно для того, чтобы решить вопрос о том, в каком именно море или озере железисто-марганцовые образования имеют наиболее высокую радиоактивность и каковы средние величины радиоактивности, характерные для каждого моря и озера в отдельности. Ответить на этот вопрос можно будет после исследования достаточно большого количества образцов по каждому морю в отдельности. Тем не менее, полученные результаты дают достаточно ясное представление о степени радиоактивности железо-марганцовых образований морей и озер СССР и позволяют считать среднее содержание радия в них близким полученной величине в $10{,}9 \cdot 10^{-10}\%$ радия. Так как грунты содержат радия значительно меньше, чем железо-марганцовые образования, то приведенную величину можно рассматривать также как предел возможного содержания радия в грунтах тех же морей и озер.

Концентрация радия в железо-марганцовых образованиях является, по всей вероятности, результатом соосаждения радия вместе с коллоидами железа, выпадающего из воды.

Радиоактивность железо-марганцовых образований морей и озер СССР

Таблица 2

№	Дата взятия	№ станции	Координаты φ	Координаты λ	Глубина в метрах	Название моря или озера	Ra в $^0/_0$ 10^{-10}	Эманирующая способность в $^0/_0$	ThX—экв. Th в $^0/_0$ 10^{-3}
1	2/IX—1931	1	76°55′N	70°03′E	512	Карское море	5,5	67,3	$<1,0$
2	14/VIII—1921	X	74° 00′N	33° 30′E	274	Баренцово море . .	1,8	31,0	$<1,0$
3	2/VI—1926	425	66°37° 15″N	33° 43′ 30″E	181	Белое море	5,4	66,6	$<1,0$
4	1929	13	у о-ва Климецкого		42	Онежское озеро . .	9,2	66,9	1,6
5	Лето 1931	3	у о-ва Семиверстного		10—12	Кончезеро	8,3	52,6	$<1,0$
6	17/XI—1930	23	59° 58′ 4″N	28° 49′ 1″E	26	Финский залив . . .	15,4	70,1	$<1,0$
7	—	—	—	—	—	Черное море	31,8	63,2	$<1,0$
8	Лето 1934	36	—	—	20	Каспийское море . .	1,2	—	$<1,0$
9	3/VIII—1929	8706	у Ушканьих островов		98	Байкал	19,5	53,8	$<1,0$
						Общее среднее:	10,9	58,9	$<1,1$

Таблица 3

Радиоактивность глубоководных океанических железо-марганцовых образований

№	Дата взятия	№ станции	Координаты φ	Координаты λ	Глубина в метрах	Название океана	Ra $^0/_0$ 10^{-10}	Эманирующая способность в %	Th в % $\times 10^{-3}$ экв. Th
1	5/IX—1899	13	9°57′N	137° 47′W	4,919	Тихий океан	146,6	—	$<2,0$
2	14/X—1875	285	32°36′S	137° 43′W	4,343	Тихий океан	47,4	72,2	$<2,0$

В настоящее время производится исследование ряда образцов грунтов ряда морей и озер СССР и нескольких десятков образцов железо-марганцовых образований Карского моря.

В заключение считаю приятным долгом выразить глубокую благодарность акад. А. Д. Архангельскому, проф. А. Л. Бенингу, проф. К. М. Дерюгину, проф. М. В. Кленовой, проф. Ю. М. Шокальскому и Г. Ф. Улю за предоставление образцов и сообщение необходимых сведений.

ЛИТЕРАТУРА

1. Joly, J. — Phil. Magazine 16, 190 (1908).

2. Pettersson Hans. — Teneur en radium des dépots de mer profonde; Fascicule LXXXI de Résultats de Campagnes Scientifiques par Albert I-er Prince Souverain de Monaco, 1930.

3. Piggot Ch. S. Amer. Journ. of Science XXV, 147 (1933).

4. Jimori S. Sci. Papers Inst. Phys. Chem. Research, Tokyo, 4 (1926).

ON THE RADIOACTIVITY OF BOTTOM SEDIMENTS

Some data concerning the determinations of the radioactivity of ferro-manganese formations in seas and lakes of the USSR

BY L. M. KURBATOV

SUMMARY

The radioactivity of the bottom sediments has been but little investigated. Those data published by Joly, Pettersson, Piggot, Jimory refer to determinations of radium, contained mainly in oceanic deep water sediments in red clays, radiolarian, globigerina oozes, blue muds and manganese concretions.

The determinations have shown the manganese concretions to be richest as to contents of radium (up to 10^{-8}%); red clays and radiolarian ooze also possess a rather high content of radium. Other types of sediments are less rich in radium.

There are but very few determinations of radium in terrigenous sediments. The radioactivity of the bottom sediments of the USSR is entirely unknown. In consideration of this the author has commenced a systematical investigation of these sediments. As a preliminary to the study of the radioactivity of the bottom sediments of each sea and lake separately, it seemed expedient to determine the radioactivity of a small number of the most characteristical types of bottom sediments from different seas and lakes. As the largest content of radium might be expected in deposits rich in iron and manganese, the ferro-manganese formations of different seas and lakes of the USSR and two deep-water concretions from the Pacific were taken for the first investigations.

Besides radium, determinations have been made also of thorium X, the emanating capacity and intensity of α — radiation.

The results of determinations may be seen in the table 2.

As will be seen from the above given data all the samples of seas and lakes of the USSR are to some degree radioactive.

Their contents of radium vary within rather considerable limits, from $1{,}2 \cdot 10^{-10}$% (sample from Caspian Sea) to $31{,}8 \cdot 10^{-10}$% (sample from Black Sea), amounting in the mean to $10{,}9 \cdot 10^{-10}$% for nine samples.

In comparison to the oceanic manganese concretions ($47{,}8 \cdot 10^{-10}$ %) and 146,6. 10^{-10}% of radium) the sea and lake concretions contain considerably less radium.

The emanating power of finely pounded concretions is considerable — up to 70,1%.

The measurements have shown also that small concretions are more active than large ones or crusts, and that the surface layer is more active than the inner part of the concretions.

Very interesting data have been obtained by the determination of thorium X. Except the sample from lake Onega, which was found to contain $1{,}6 \cdot 10^{-3}$% of thorium X — equ. Th. the content of thorium X in all the other samples proved less than $1{,}0^{-3}$% equ. Th.

Special mention ought to be made of the result of thorium X determinations in oceanic concretions. At a content of $146{,}6 \cdot 10^{-10}$% of radium there is less than $2{,}0 \cdot 10^{-3}$% of thorium X equ. Th.

The relation of thorium X to radium is considerably lower than that which obtains in rocks. This fact indicates the want of the thorium in the concretions and the partial or entire disintegration of the short-lived isotope of radium — the mesothorium I.

The different contents of radium and mesothorium I — thorium X in separate layers of the concretions, and the different correlations of separate elements enable an approach to be made to the solution of the question, concerning the rate of formation of the ferro-manganese concretions by radioactive methods. A thorough radiological investigation of several concretions is being made for this purpose.

The above given data are of course insufficient to solve the question of what particular sea or lake the fermo-manganese formations possess the highest radioactivity and which are the mean values of radioactivity characteristic for each separate sea and lake.

This question will be answered only after a sufficient number of samples has been investigated for each sea and lake separately. Nevertheless the data obtained give a fairly clear idea of the degree of radioactivity of ferro-manganese formations in the seas and lakes of the USSR and permit of the assumption that their average content of radium approaches the value — $10{,}9 \cdot 10^{-10}$% obtained. As the soils contain considerably less radium than the ferro-manganese for-

mations, the above given value may be considered also as the limit of possible contents of radium in the sediments of these same lakes and seas.

The concentration of radium in the ferro-manganese formations is evidently the result of the encroachment of radium, by deposition of colloidal form of iron, as the result of various chemical or biochemical processes.

At the present time is being carried on an investigation of samples of the sediments of several seas and lakes of the USSR and of a few score samples of ferro-manganese formations of the Kara Sea.

К ВОПРОСУ О ВОЗМОЖНОСТИ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ВОЗРАСТА СОВРЕМЕННЫХ ДОННЫХ ОТЛОЖЕНИЙ РАДИОАКТИВНЫМ МЕТОДОМ

Опыт определения возраста одной железо-марганцовой конкреции Карского моря

Л. М. КУРБАТОВ И В. А. ЕГОРОВ

Настоящая работа является первой попыткой подойти к решению вопроса о возрасте и скорости образования современных донных отложений по изменению содержания радиоактивных элементов в отдельных слоях этих отложений.

Определения возраста осадочных, особенно молодых, пород и современных донных отложений ни одним из известных радиоактивных методов (метод плеохроических венчиков, гелиевый и свинцовый методы) не могут дать положительных результатов.[1]

Однако в целом ряде случаев представляется возможным определить возраст или скорость образования по изменению содержания какого-либо радиоактивного элемента (напр., радия или мезотория) в отдельных слоях исследуемого объекта.

Как показали исследования, все донные отложения в большей или меньшей степени радиоактивны. Наибольшее содержание радия было обнаружено в красных глинах, радиоляриевых илах и в особенности в марганцовых конкрециях (до 10^{-3} % Ra). Определение радиоактивности ряда железо-марганцовых конкреций морей и озер СССР показали:[2]

---

[1] Подробное описание радиоактивных методов и полная сводка результатов работы по определению возраста этими методами даны в сборнике „The Age of the Earth", изданном в Вашингтоне в 1933 г.

[2] Л. М. Курбатов. Радиоактивность донных отложений морей и озер СССР—в этом же сборнике „Arctica", стр. 95.

1) Небольшие конкреции и тонкие корочки более активны, нежели крупные конкреции и толстые корки;

2) поверхностный слой активнее внутренних частей конкреции;

3) короткоживущие элементы ториевого ряда (мезоторий I — торий X) частично или полностью распались.

Различное содержание радия в крупных и мелких конкрециях, более высокая активность поверхностных слоев, отсутствие или незначительное содержание изотопов радия мезотория I и тория X указывают на то, что процесс образования конкреций происходил довольно медленно. Поэтому представлялось возможным подойти к решению вопроса о возрасте конкреции и скорости ее образования путем определения содержания радия в различных ее слоях.

В качестве первого объекта исследования нами была взята одна из наиболее крупных и правильных по форме конкреций Карского моря. Краткая характеристика этой конкреции и необходимые сведения приводятся ниже.

Дата взятия — 19/IX 1934 г. Взята во время рейса „Седова".

Местоположение — широта 76°02′ N, долгота 86°13′ E.

Глубина — 58 м.

Конкреция имеет довольно правильную форму в виде диска. Верхняя часть в середине слегка приподнята, нижняя несколько вогнута. Поверхность верхней части неровная, слегка бугристая, серовато-коричневого цвета с небольшими пятнами остатков организмов. Нижняя часть более ровная и покрыта тонким желтовато-бурого цвета налетом. В разломе темнокоричневого цвета ясно видно слоистое концентрическое строение. В центре конкреции находится галька неправильной удлиненной формы.

Размер конкреции 80—90 мм. Толщина 11—12 мм.

Вес целой конкреции 117,74 г.

Для исследования конкреция была разделена на три слоя — кольца, каждый из которых состоял из группы тонких концентрических слоев.

I слой	— кольцо	шириной в среднем	8	мм,	вес	31,15 г
II „	„	„	10	„	„	47,17 „
III „	„	„	14	„	„	26,31 „
Галька шириной в 12 мм и длиной в 30				„	„	12,77 „
Потери при распределении конкреции составили						0,34 „

После измельчения одна часть (меньшая) образцов была выделена для химического анализа, другая (большая) — для радио-

логического анализа. Определения химического состава конкреции производились обычными хорошо известными методами, вследствие чего мы не будем останавливаться на изложении всего хода анализов, а ограничимся краткими замечаниями. После выделения SiO_2, R_2O_3 и P_2O_5 был осажден марганец сернистым аммонием и определен затем в виде пирофосфорной соли. Оставшееся в фильтрате количество его было определено из Ca и Mg колориметрически. MnO_2 был определен окислением $Na_2C_2O_4$.

Для выяснения природы SiO_2 и Al_2O_3 первый слой был подвергнут обработке 10% раствором соды. При этом выделилось всего 0,35% кремнекислоты, что позволяет считать находящиеся в конкреции кремнезем и глинозем связанными в марганцово-кремнистый минерал. Результаты химического анализа приведены в таблице 1.

Таблица 1

	Слой—кольцо			
	I	II	III	Среднее
SiO_2	25,89	21,06	22,37	22,83
TiO_2	0,55	0,55	0,55	0,55
Al_2O_3	2,54	4,40	5,18	4,04
Fe_2O_3	11,19	11,03	12,19	11,56
MnO	2,73	0,34	—	0,96
MnO_2	32,16	34,52	32,80	33,38
BaO	0,05	0,07	0,08	0,07
CaO	2,00	2,17	2,18	2,12
MgO	1,82	2,07	2,33	2,06
Na_2O	2,34	2,24	2,22	2,26
K_2O	1,84	1,79	1,71	1,78
$H_2O - 110°$	9,71	9,59	9,75	9,64
$H_2O + 110°$	6,15	8,01	7,33	7,28
P_2O_5	0,71	1,07	0,83	0,88
V_2O_5	0,07	0,07	не опр.	0,07
Cl	0,60	0,54	0,40	0,52
SO_3	0,21	не опр.	не опр.	—
Сумма	100,56	99,52	99,92	100,00

Как видно из приведенных в таблице 1 данных, содержание MnO уменьшается от слоя к слою, что указывает на превращение с течением времени MnO в MnO_2.

Следует отметить также некоторое возрастание Al, Ba, Mg и уменьшение Ca, K и Cl. Однако все эти колебания, за исключением Al, столь малы, что позволяют считать все три слоя — кольца конкреции по химическому составу одинаковыми.

На основании результатов химического анализа отдельных слоев — колец конкреции мы можем сделать заключение о том, что вся совокупность факторов, определяющих процессы образования конкреции, способствовала сохранению постоянства химического состава, независимо от скорости накопления образующего конкрецию материала.

Радиологическое исследование конкреции производилось следующим образом. Прежде всего определялась суммарная активность каждого слоя—кольца в отдельности по α-излучению. Затем тонкоизмельченные образцы пересыпались в склянки Дрекселя, емкостью в 250 $см^3$. Через месяц после запайки производились определения эманационным методом количества образовавшегося за это время радона. После повторных измерений те же образцы переводились в раствор, в котором определялось содержание тория X и радия (эманационным методом). Измерения производились при помощи электрометров типа Шмидта [чувствительность — 2 дел. (вольт)] и типа Лютц-Эдельмана [чувствительность 20—30 дел. (вольт)]. В качестве эталонов были взяты раствор тория с содержанием $1{,}0 \cdot 10^{-2}$ г и раствор радия с содержанием $4{,}217 \cdot 10^{-9}$ г, приготовленные ВИМС.

Уже первые определения активности по α-излучению показали резкое уменьшение активности от внешнего (первого) к внутреннему (третьему) слою — кольцу.

Определение радона, накопившегося в тонкоизмельченных образцах, дали еще более резкое изменение в активностях; так, если принять активность первого слоя за 100, то получим следующую последовательность:

I слой—кольцо	100
II слой—кольцо	67,8
III слой—кольцо	17,6

Торий X был обнаружен только в I слое—кольце и то в незначительном количестве.

Определения радия в переведенных в раствор образцах дали следующие результаты:

I слой—кольцо . . . $19{,}3 \cdot 10^{-10}$ %
II слой—кольцо . . . $12{,}1 \cdot 10^{-10}$ %
III слой—кольцо . . . $3{,}1 \cdot 10^{-10}$ %

Общее среднее $11{\cdot}98 \cdot 10^{-10}$ %

Принимая за 100 содержание радия в первом слое и производя вычисления промежуточных значений, мы получим следующую таблицу, характеризующую изменение активности от слоя к слою.

Таблица 2

Слой — кольцо	I	I + II	II	I+II+III	II + III	III
Вес	31,15	78,32	47,17	104,63	73,48	26,31
Ra в % 10^{-10} . .	19,3	15,0	12,1	12,0	8,9	3,1
Ra в % по отнош. к I слою—кольцу	100	77,7	62,7	62,2	46,1	16,1

Из приведенных выше данных видно, что убывание радия от первого (внешнего) к третьему (внутреннему) слою происходит весьма быстро. Так как все три слоя — кольца имеют одинаковый химический состав, то столь резкие различия в содержании радия можно рассматривать как результаты его распада.

Как известно, распад любого радиоактивного вещества происходит по показательному закону и количество его для каждого данного момента может быть вычислено по формуле

$$N_t = N_0 e^{-\lambda t}$$

где N_t — количество радиоактивного вещества в момент t
N_0 — количество радиоактивного вещества в начальный момент
e — основание натуральных логарифмов
λ — константа распада
t — время, в течение которого происходил распад.

Принимая для радия константу распада λ равной $4{,}36.10^{-4}$ лет$^{-1}$ (что соответствует периоду полураспада в 1590 лет) и начальное

содержание равным единице, мы получим следующую последовательность убывания радия в зависимости от времени. (Табл. 3).

Таблица 3

Время в годах	Ra
0	1,00
100	0,96
500	0,80
1000	0,65
1500	0,52
1590	0,50
2000	0,42
2500	0,34
3000	0,27
4000	0,18
5000	0,12
10000	0,02

Сопоставляя вычисленные нами в процентах значения активности для каждого из трех слоев — колец с величинами, приведенными в настоящей таблице, мы видим, что для уменьшения радия на величину разности между содержанием его в I и II слое — кольце необходимо время несколько более 1000 лет и соответственно для I и III слоев — колец более 4000 лет.

Непосредственные вычисления времени дают следующие величины:

от I до II слоя — кольца 1100 лет
от I до III слоя — кольца 4200 „

Производя вычисления для промежуточных значений мы получим следующие величины времени для различных комбинаций слоев — колец (см. таблицу 4).

При всех наших вычислениях мы принимали за начальное содержание (N_0) содержание радия в I слое — кольце, т. е. среднее содержание радия в слое — кольце шириною в 8 мм. Поэтому найденное нами время в 1100 лет есть то число лет, в течение которого происходило образование слоя—кольца шириною в 9 мм (считая от середины II слоя до середины I слоя), а время в 4200 лет есть то число лет, в течение которого происходило образование слоя — кольца шириной в 21 мм (считая от середины III слоя до середины I слоя). Для определения возраста всей конкреции необходимо к полученным 4200 годам прибавить еще то время, в течение которого происходило образование половины I и половины III слоев — колец. Из сопоставления данных времени с шири-

Таблица 4

От слоя кольца	До слоя кольца	Время в годах
I	I+II	600
I	II	1100
I	II+III	1800
I	III	4200
II	III	3200

ной отдельных колец — слоев мы видим резкий скачок во времени для части конкреции между II и III слоями — кольцами. Так, например, на I мм I—II слоя — кольца приходится 100—120 лет, тогда как на I мм II—III слоя — более 250 лет. Столь резкое различие может быть объяснено либо тем, что накопление образующего конкрецию материала происходит неравномерно, либо тем, что кроме тех периодов, которые отмечены тонкими слоями конкреции, существуют еще более длительные периоды. Существование таких периодов весьма вероятно. Здесь следует отметить хотя бы тот факт, что при разломе конкреции отделение слоев происходит группами по строго определенным слоям. Исходя из этих соображений, можно предположить, что в развитии конкреции между III и II слоем имелись периоды, в течение которых рост конкреции прекращался или резко замедлялся. Поэтому является наиболее правильным считать, что скорость образования I мм в 100—120 лет (в пределах одного и того же слоя) более соответствует действительности. В этом случае возраст всей конкреции может быть определен 5300—5500 лет.

Приступая к исследованиям, мы не предполагали столь резкого уменьшения содержания радия от слоя к слою, а потому не выделили поверхностного слоя и ограничились разделением конкреции только на три довольно широких слоя — кольца. При следующих исследованиях будет произведено более дробное деление конкреции (на 5—6 слоев) с выделением поверхностного слоя. Это даст возможность определить возраст конкреций с большей точностью.

В настоящее время нами отобран для исследований целый ряд самых разнообразных по форме и размерам конкреций. Одновременно с радиологическим и химическим анализами предполагается провести также анализы петрографический и гранулометрический.

Исследование достаточно большого числа как различных, так и одинаковых по форме и размерам конкреций даст возможность выяснить, насколько постоянно содержание радия в одинаковых по размерам конкрециях одних и тех же станций, какова зависимость содержания радия от формы, размеров и химического состава конкреций.

В заключение необходимо еще раз отметить, что настоящая работа является первой попыткой подойти к определению возраста и скорости образования современных донных отложений, в част-

ности железисто-марганцовых образований, по содержанию радия в отдельных слоях. Полученные результаты показывают, что этот метод определения возраста, во всяком случае в отношении железо-марганцовых образований, может дать положительные результаты. Дальнейшие исследования дадут возможность выяснить, насколько этот метод применим для определения скорости образования донных отложений морей и озер, отложений источников и молодых осадочных пород.

ON THE POSSIBILITY OF DETERMINING THE AGE OF CONTEMPORARY DEPOSITS BY THE RADIOACTIVE METHOD

Experiment in determining the age of a ferro-manganese concretion of the Kara Sea by the radioactive method

BY L. M. KURBATOV AND V. A. YEGOROV

SUMMARY

The present work is a first attempt in approaching the solution of the question, concerning the age and the rate of formation of contemporary bottom deposits, by the change in the contents of radioactive elements in separate layers of these deposits.

None of the known radioactive methods (method of pleochroic haloes and the helium and lead methods) for the determination of the age of young sedimentary rocks and contemporary bottom deposits can give any reliable results.

In many cases, however, it is possible to determine the age, or the rate of formation, by the change in the contents of one or the other radioactive element (for instance radium, or mesothorium) in separate layers of the investigated object.

As has been shown by the investigations all bottom deposits are to some degree radioactive. The largest contents of radium were found in red clays, radiolarian ooze and especially in manganese concretions (up to 10^{-8} % Ra).

The determinations of the radioactivity of a series of radioactive ferro-manganese formations of the seas and lakes of the USSR have shown that:

1) small concretions and thin crusts are more active than large concretions and thick crusts; 2) the upper layer is more active than the inner portions of the concretion; 3) thorium is wanting and the short-lived elements of this group (mesothorium, thorium X) are partly, or wholly disintegrated.

The difference in the contents of radium in large and small concretions; the higher activity of the upper layers; the complete want, or insignificant contents of isotopes of radium—mesothorium, thorium X—indicate that the process of formation of the concretions is a rather slow one. Therefore it seemed possible to approach the question of the age of the concretion and the rate of its formation by means of determining the contents of radium in its different layers.

As a first object of investigation was taken one of the largest concretions of more regular shape from the Kara Sea. Brief characteristics of the same and the necessary data are given below.

Date of the concretion having been taken—19/IX 1934; voyage of the ice-breaker „Sedov". Locality — latitude 76°02′ N, longitude 86°13′ E. Depth — 58 m.

The concretion is of fairly regular, disk-like form. Its upper part is slightly raised in the middle, the lower part somewhat concave. The surface of the upper portion is uneven, slightly knobby, with small patches of remnants of organisms, of a greyish-brown tint; the lower, more even portion is covered with a thin, yellow-brown coating. The dark-brown fracture clearly shows a concentrical schistose structure. In the center of the concretion is a pebble of irregular, elongated shape.

Size of the concretion	80 — 90 mm.
Thickness	11 — 12 „
Weight of the whole concretion	117,74 gr.

For examination the concretion was divided into three ringlayers each of which consisted of a group ot thin concentrical layers.

I	ring-layer,	average	width	8	mm;	weight—	31,15 gr.
II	„	„	„	10	„	„	—47,17 „
III	„	„	„	14	„	„	—26,31 „

Pebble — width 12mm; length 30mm; weight—12,77 gr. Loss in splitting the concretion — 0,34 gr.

After the samples had been finely grounded a smaller portion was set apart for chemical analysis and the larger one for radiological analysis. The determinations of the chemical composition of the concretion was made by the usual, well-known methods, therefore we shall not dwell at length on the description of the full course of the analysis, but just give a few brief notes. After the isolation of SiO_2, R_2O_3 and P_2O_5 the manganese was precipitated by means of ammonium-sulphide and then determined in the form of pyrophosphate. The quantity remaining in the filtrate was determined colometrically from Ca and Mg. MnO_2 was determined by oxidation $Na_2C_2O_4$.

In order to elucidate the nature of SiO_2 and Al_2O_3 the first layer was subjected to a treatment with a 10% solution of soda. In this process was isolated a total of 0,35% of silicic acid, which alows

to consider the silica and the silicate of alumina contained in the concretion as bound into manganic-siliceous minerals.

The results of the chemical analysis are given in table 1.

As will be seen from the data given in table 1 the contents of MnO decrease from layer to layer, which points to a metamorphose in the course of time, of MnO into MnO_2. There must be mentioned also some increase of Al, Ba, Mg and decrease of Ca, K and Cl. However all these variations, except Al, are so small that they allow to consider all the three ring-layers of the concretion as homogeneous.

Based on the results of the chemical analysis of the separate ring-layers we may draw the very important conclusion that the totality of the factors, determining the processes of concretion formation, promoted the stableness of the chemical composition, independently on the rate of accumulation of the material forming the concretion.

The radiological examination of the concretion was carried out in the following manner. First was determined the total activity of each ring-layer separately by α-radiation. The finely ground samples were then poured into Drexel bottles of 250 cub. cm. capacity. A month after the sealing up of the bottles were made determinations by the emanation method — of the quantity of radon formed during that period. The same samples, after repeated measurements were converted into solutions in which were determined the contents of thorium X and radium (by the emanation method). The measurements were made by means of electrometers of the Schmidt type (sensibility 2 div./volt) and the Lütz-Edelmann type (sensibility 20—30 div./volt.).

As standard measures were used a solution of thorium with a contents of $1{,}0 \cdot 10^{-2}$ gr. and solutions of radium with $4{,}217 \cdot 10^{-9}$ gr. of contents, prepared by the Institute of Measures and Standards.

The very first determination of activity by α-radiation showed a sharp decrease of activity from the outer (first) to the inner (third) ring-layer.

The determination of radon, accumulated in the finely ground samples showed a still stronger change in the activities; thus, if the activity of the first layer be assumed as 100 we obtain the following sequence of quantities:

I ring-layer	100
II " "	67,8
III " "	17,6

Thorium X was found in one ring-layer only and that in an insignificant quantity.

Determinations of radium in the samples converted into solutions gave the following results:

I ring-layer	19,3. $10-10^{0}/_{0}$
II „ „	12,1. $10-10^{0}/_{0}$
III „ „	3,1. $10-10^{0}/_{0}$
General average . .	11,9. $10-10^{0}/_{0}$

Assuming the contents of radium in the first layer as 100 and computing the intermediate values we receive the following table, characterizing the changes from layer to layer (see table 2, p. 111).

From the above given data we perceive that the decrease of radium from the first (outer) to the third (inner) layer takes place very swiftly. As all the three ring-layers, by their chemical composition come very near to one another, such a great difference in the contents of radium must be regarded as the result of its disintegration.

As is well known, the disintegration of any radioactive substance occurs according to the exponential lam and by its quantity may be computed for every given moment by the formula:

$$N_t = N_0^{1-\lambda t}$$

where N_t is the quantity of the radioactive substance at the t moment; N_0 — the quantity of the radioactive substance at the initial moment;

e — the basis of natural logarithms;

λ — the constant of disintegration;

t — the period, during which the disintegration took place.

Assuming for radium the constant of the λ — disintegration as $4{,}36 \cdot 10^{-4}$ years (which corresponds to a period of 1590 years of semidisintegration) and the initial contents as equalling 1 — we obtain the following sequence of the decrease of radium depending on the time (see table 3).

Comparing the values, computed in percentage, of the activity of each of these three ring-layers with the values given in the table it will be seen that the decrease of radium by the magnitude of the difference between its contents in the first ring-layer and the second one, a period of somewhat over 1000 years is required and accordingly for the first and third ring-layers more than 4000 years.

Direct computations of time give the following values:

from the I to the III ring-layer — 1100 years
„ „ II „ „ III „ „ — 4200 „

The computations for the intermediate values give the following time-values for different combinations of the ring-layers (see table 4).

In all our computations we assumed as the initial contents (N_0) the contents of radium in the I ring-layer, i. e. the average contents of radium in a ring-layer 8 mm in width. Consequently the period given of 1100 years, represents the number of years, in the course of which occurred the formation of a ring-layer, 9 mm in width (reckoned from the middle of the II layer to the middle of the I one) and the period of 4200 years — the number of years, during which took place the formation of a ring-layer 21 mm in width (reckoned from the middle of the III layer to the middle of the 1). For the determination of the age of the whole concretion there must be added to the 4200 years received, also that period, in the course of which took place the formation of half of the I and half of the III ring-layers. Comparing the timedata with the width of the separate ring-layers we see a great lapse of time for the part of the concretion between the II and the III ring layers. Thus, for instance, 100—120 years go to one mm of ring-layer II — III, while to 1 mm of the II — III ring-layers go over 250 years. Such an enormous difference in the rate of the formation of the concretion is to be explained either by the fact that the accumulation of the material, forming the concretion, takes place at different rates, or that there exist still longer periods, besides those, which are marked by thin layers of the concretion.

The existence of such periods is quite probable. Here we must mention the fact, at least, that in different concretions a separation of the layers in groups does not take place along any given layer, but along strictly definite layers. Taking this into consideration it may be assumed that in the development of the concretion between the II and III layer there was a period, during which the growth of the concretion stopped, or was greatly slowed down. Thus it would be more correct to assume that the rate of formation of 1 mm in 100—120 years is nearer to the truth. In this case the age of the whole concretion may be determined as 5300—5500 years.

When beginning the examinations we did not reckon with such a strong diminution of the contents of radium from layer to layer,

therefore we had not set apart the surface layer, but divided the concretion into three rather broad ring-layers only. In further investigations will be made a more fractional division of the concretion (into 5—6 layers) with special separation of the surface layer. This will enable to determine the age of the concretion with greater accuracy.

The investigation of a sufficiently large number of concretions similar and different in shape and size, will create the possibility of determining to what degree the contents of radium in concretions of the same size, from the same stations, are constant; what is the dependence of the contents of radium on the shape, size and chemical composition of the concretion.

For further analyses we have selected a series of the most different in shape and size concretions. Simultaneously with radiological and chemical analyses we propose to make also petrographo-mineralogical and granulometrical analyses.

In conclusion we deem it necessary to emphasize that the present work is but a first attempt in approaching the determination of the rate of formation and the age of contemporary bottom-deposits and in particular of ferro-manganese formations, by the contents of radium in the separate layers of the investigated objects. The results obtained prove that this method of age-determination—at any rate in respect to ferromanganese formations — may yield positive results. Further investigations will show to what extent this method may be applied in the determination of the rate of formation of contemporary sea-deposits and young sedimentary rocks.

О ВЕЛИЧИНАХ РАССЕЯННОЙ РАДИАЦИИ АТМОСФЕРЫ В АРКТИКЕ

Н. Н. КАЛИТИН

Весь приход лучистой энергии для того или другого пункта на земном шаре обусловлен двумя потоками, это—солнечная радиация и рассеянная радиация атмосферы.

Для Арктики, по условиям погоды (большая облачность, туманы), непосредственная солнечная радиация доходит до земной поверхности не часто, и основная часть приходящей лучистой энергии падает на долю рассеянной радиации атмосферы; поэтому изучение рассеянной радиации атмосферы в полярных условиях приобретает особый интерес.

К сожалению, актинометрии не придавали до последнего времени того значения, которого она заслуживает, и только в самые последние годы занялись более основательно изучением этого основного метеорологического фактора; особенно это относится к изучению рассеянной радиации атмосферы. Если изучению интенсивности прямой солнечной радиации уделялось еще некоторое внимание, то изучением рассеянной радиации почти совсем не занимались.

Сдвиг в этом отношении произошел с 1919 г., когда известным специалистом по актинометрии A. Ångström'ом,[1] был предложен новый метод измерения рассеянной радиации атмосферы. Применение на практике этого метода впервые позволило нам правильно измерять интенсивность рассеянной радиации, и мы впервые получили представление о величинах рассеянной радиации атмосферы и уяснили ее громадную, а часто и основную роль в общем приходе радиации.

[1] A. Ångström. A new instrument for measuring sky radiation. Monthly Weather Review. № 11, 1919.

Если и для мест, расположенных более южно, мы имели только самые элементарные сведения о рассеянной радиации, то для полярной области мы ничего не имеем, если не считать нескольких отдельных измерений, произведенных на Новой Земле, в Маточкином Шаре, [1] и замечательных работ по актинометрии, произведенных во время дрейфа „Мод". [2] К сожалению, на „Мод" рассеянная радиация отдельно не изучалась, а регистрировалась суммарная, т. е. солнечная и рассеянная вместе. Наблюдения, произведенные на „Мод", впервые показали нам, каких значительных величин может достигать радиационный приход в Арктике и какое значение в этом приходе падает на рассеянную радиацию атмосферы. Сдвиг по изучению радиационного режима в Арктике произошел с 1932 г., когда на некоторых станциях по программе 2 Международного Полярного года были введены и актинометрические наблюдения. На ряде станций СССР эти наблюдения продолжаются и далее и, таким образом, к настоящему времени имеется уже достаточный материал по которому мы можем судить о величинах рассеянной радиации атмосферы для Арктики.

ПРИБОР ДЛЯ ИЗМЕРЕНИЯ РАССЕЯННОЙ РАДИАЦИИ

Наиболее простым прибором для измерения рассеянной радиации атмосферы является актинометр Араго-Деви-Калитина. [3] Этот актинометр самый простой из всех существующих, и применение его в наблюдательской работе, как в южных местах, так и в Арктике, вполне себя оправдало. Прибор по своей конструкции (рис. 1) предназначен для измерения суммарного потока радиации, т. е. солнечной и рассеянной вместе; применение небольшого экрана, затеняющего резервуары термометров от доступа прямых солнечных лучей, позволяет измерять отдельно рассеянную радиацию атмосферы.

Отличие этого типа актинометра от применявшегося ранее актинометра Араго-Деви заключается в том, что резервуары термометров имеют полушаровую форму; плоскость одного из

[1] Н. Н. Калитин. Несколько данных о приходе лучистой энергии для Маточкина Шара. Известия Главной Геофизической Обсерватории, № 4, 1929 г.

[2] H. Mosby. Sunshine and radiation. Bergen, 1932.

[3] В дальнейшем для сокращения актинометр Араго-Деви-Калитина будет обозначаться АДК.

резервуаров покрыта копотью, а другого—окисью магния. Термометры устанавливаются для работы в специальном стативе так, что резервуары термометров обращены вверх и плоскости их расположены горизонтально. С нижней стороны полушаровая часть обоих резервуаров блестящая, благодаря чему на показания прибора не влияет отражение радиации от поверхности почвы; это свойство прибора особенно ценно для применения его в Арктике, где почти все время имеется снеговой покров влияние которого могло бы сильно искажать измеряемые величины радиации.

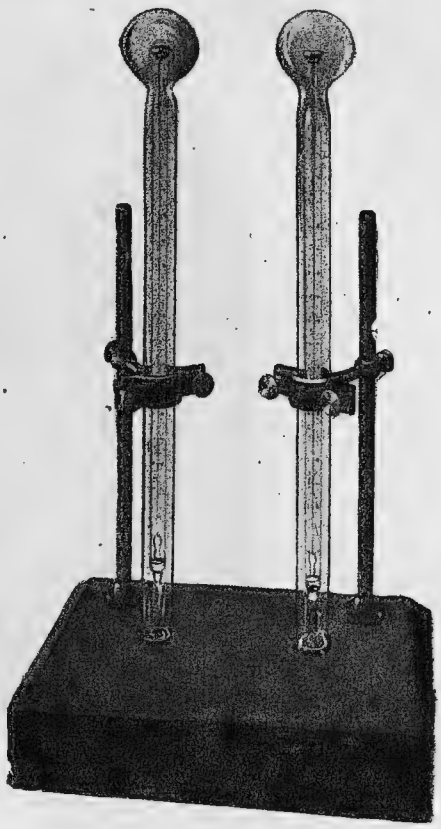


Рис. 1. Актинометр Араго-Деви-Калитина.

Изучение свойств[1] этого простого актинометра показало его пригодность для систематической работы, а недавно произведенное исследование работы этого прибора в суровых условиях Арктики, выполненное в бухте Тихой на Земле Франца-Иосифа актинометристом Н. М. Копыловым, показало, что этот простой прибор очень ценен для наблюдений и в полярной области.

Актинометр АДК, будучи очень простым и надежным прибором, обладает одним значительным недостатком, это — его инерция; для того, чтобы он дошел до стационарного состояния, необходимо 15 минут. Для измерения рассеянной радиации это его свойство такого большого минуса уже не представляет, так как рассеянная радиация не меняется так быстро, как солнечная. Второй его недостаток, с которым приходится сталкиваться

[1] F. Albrecht. Zur Theorie des Schwarzkugelthermometers. Bericht über die Tätigkeit des Preussischen Meteorologischen Instituts im Jahre 1927.

Г. И. Маляренко. О точности величин радиации, даваемых актинометром Араго-Деви-Калитина. Бюллетень Постоянной Актинометрической Комиссии № 22.

при работе в полярных условиях, это замерзание ртути; но работать при температурах воздуха ниже — 38° приходится сравнительно редко, а простота работы с этим актинометром (там, где не требуется очень большой точности) искупает указанные его недостатки.

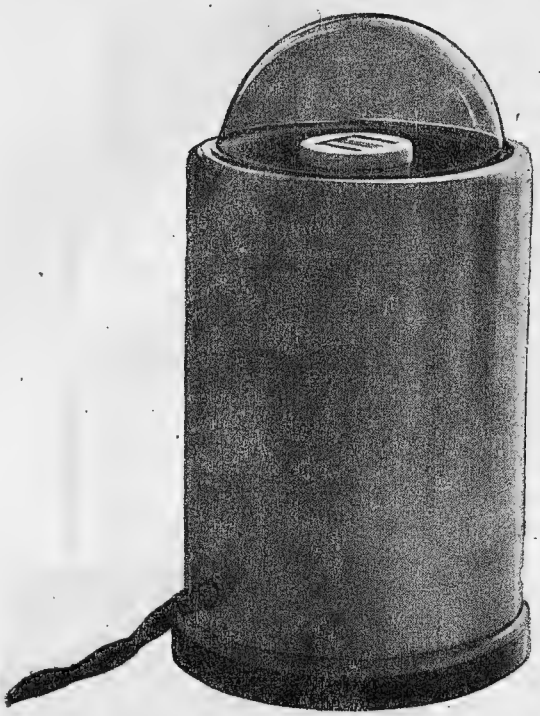


Рис. 2. Пиранометр Калитина.

Более точные результаты дает измерение рассеянной радиации с помощью пиранометров той или другой системы. Во время 2 Международного Полярного года на станциях СССР работал вакуумный пиранометр Калитина, [1] который показал, что он вполне пригоден для работы в Арктике (рис. 2).

Единственный недостаток пиранометра—это его сравнительно небольшая чувствительность, благодаря чему для работы приходится употреблять зеркальный гальванометр. Этот пиранометр построен на принципе, указанном А. Ångström'ом. Значительное улучшение в конструкцию пиранометра внес Ю. Д. Янишевский, которому, соединив в одно принципы устройства пиранометра, указанные А. Ångström'ом и Moll'ем, удалось построить пиранометры очень большой чувствительности и малой инерции (рис. 3). Пиранометр Янишевского позволяет производить измерения радиации стрелочным гальванометром, что для условий работы в Арктике является особенно ценным, так как работа со стрелочным гальванометром значительно проще, чем с зеркальным.

[1] Н. Н. Калитин. Пиранометр для измерения рассеянной радиации атмосферы. Известия Главной Геофизической Обсерватории. № 3, 1929 г.

В 1934 г. был сделан опыт регистрации суммарной и рассеянной радиации с помощью пиранометра Янишевского и дискового регистрирующего гальванометра завода „Пирометр“ в Ленин-

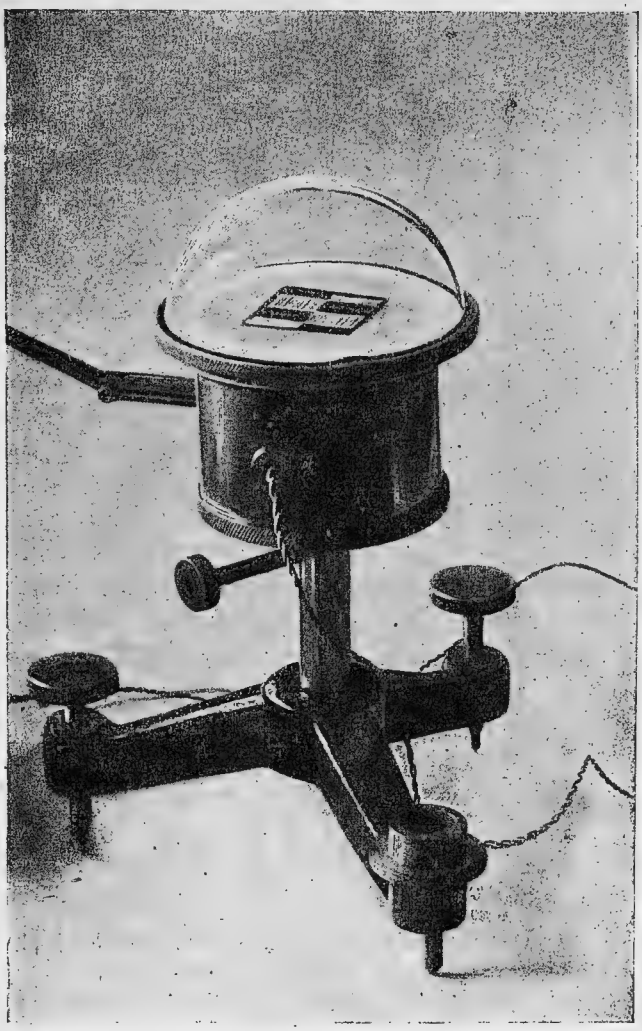


Рис. 3. Пиранометр Янишевского.

граде. Этот гальванометр небольшой чувствительности, порядка 10^{-6} ампера, но так как пиранометры Янишевского дают термоэлектрический ток до 25 м/в на одну калорию, то запись получается прекрасная, которая позволяет не только измерять вели-

чины напряжения рассеянной радиации атмосферы, но и подсчитывать приход этой радиации за сутки или вообще за любой промежуток времени. В 1934—1935 гг. такой регистрирующий пиранометр работал на о-ве Уединения ($\varphi = 77°30'$; $\lambda = 82°12'$),

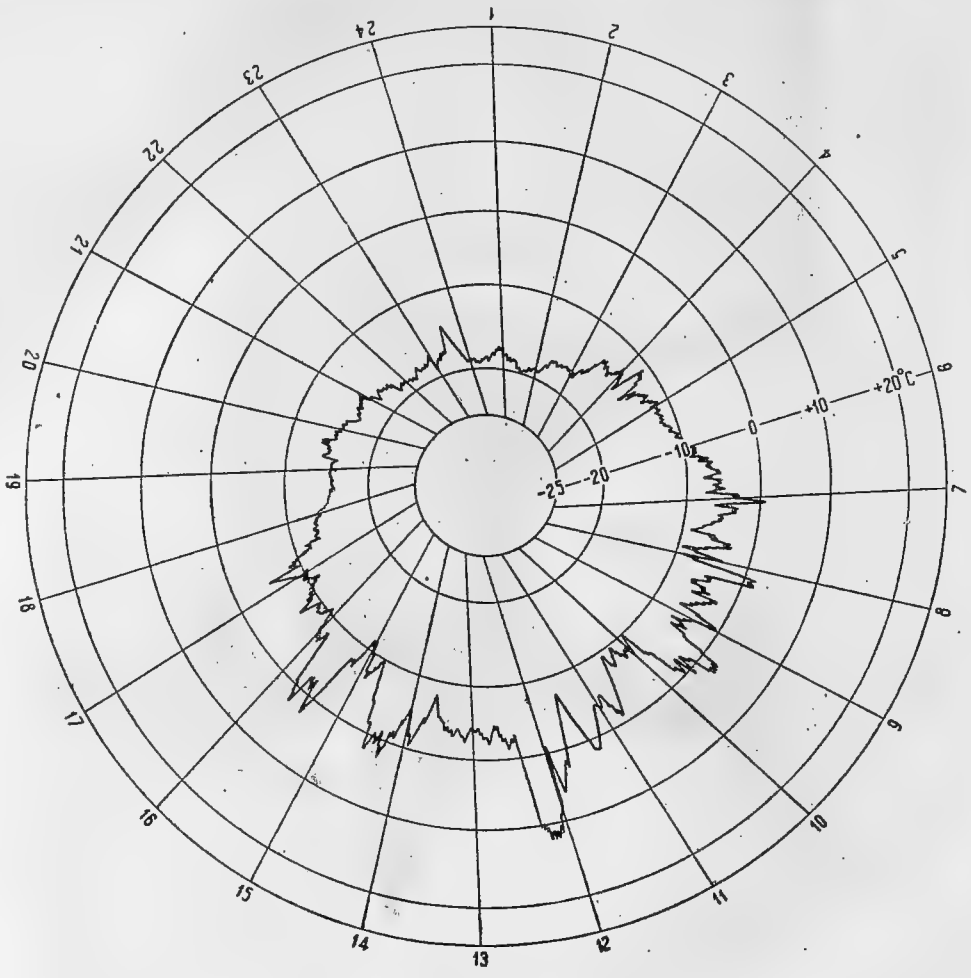


Рис. 4. Запись рассеянной радиации атмосферы на о-ве Уединения 11 июля 1935 г.

где актинометристу Н. Т. Черниговскому удалось получить большое число суточных регистраций как суммарной, так и рассеянной радиации.

На рис. 4 приведен образец такой записи рассеянной радиации, полученной 11 июля 1935 г.

Описанными выше приборами во время 2 Международного Полярного года, а также и в последующие годы было получено достаточное количество наблюдений над рассеянной радиацией атмосферы, которые и послужили материалом для этой небольшой статьи.

ВЕЛИЧИНЫ РАССЕЯННОЙ РАДИАЦИИ АТМОСФЕРЫ

Рассеянная радиация атмосферы может быть двоякого происхождения. При безоблачном небе рассеивание солнечной лучистой энергии происходит на молекулах газов, составляющих воздух; это рассеивание происходит по закону Reyleigh'a, т. е. особенно интенсивно рассеиваются короткие длины волн, вследствие чего величины рассеянной радиации получаются незначительные и имеют максимум энергии около 0,450 μ. При атмосфере сильно запыленной (или при облачности) рассеивание происходит на крупных частицах (пылинки, капельки воды, кристаллы льда); рассеивание происходит значительно интенсивнее, чем в первом случае, и максимум энергии передвигается к более длинным волнам.

Изучение интенсивности рассеянной радиации голубого неба показало, что при чистой атмосфере и при высоте солнца около 40° величина этой радиации не превосходит 0,15 Cal на один $см^2$ горизонтальной поверхности в одну минуту. Такого порядка величины рассеянной радиации получаются, например, для безоблачного неба в Слуцке (около Ленинграда) и в ряде других пунктов. Запыление атмосферы может эту величину значительно увеличивать.

Полярные исследователи указывают, что в Арктике при совершенно безоблачном небе оно никогда не бывает темноголубым, а всегда значительно белесовато, поэтому для одних и тех же высот солнца рассеянная радиация безоблачного неба в Арктике должна быть больше, чем в местах южных. Наблюдения это и подтверждают; так, по наблюдениям, произведенным во время дрейфа „Мод" при высоте солнца 40°, получились величины радиации порядка 0,20 Cal.

В Арктике безоблачное небо более белесовато, повидимому, от того, что при низких температурах воздух всегда близок к состоянию насыщения, благодаря чему в воздухе могут находиться микроскопические капельки воды и кристаллы льда,

которые и увеличивают эффект рассеивания; с другой стороны, не малую роль играет albedo снегового и ледяного покрова, которое может значительно увеличивать рассеянную радиацию небесного свода.

Наличие облаков, особенно неплотных форм, может увеличивать величину рассеянной радиации в несколько раз. В условиях Арктики это увеличение, благодаря albedo снегового покрова, может достигать таких величин, что получаются величины рассеянной радиации, которые в местах более южных, несмотря на большую высоту солнца над горизонтом, никогда не встречаются.

Так, например, H. Mosby, по наблюдениям во время дрейфа „Мод", для совершенно пасмурного неба для 26 мая 1923 г. дает величину рассеянной радиации атмосферы 0,90 Cal. Для 19 мая 1925 г. при облачности 10, т. е. небе, полностью покрытом облаками (к сожалению, не указано, каких форм), получилась величина, достигающая 1,00 Cal.

Измерения величин рассеянной радиации атмосферы, произведенные за последние годы в советском сакторе Арктики, позволяют более подробно изучить величины рассеянной радиации и влияние на них облачности того или другого типа.

В прилагаемой таблице 2 приведены те максимальные величины радиации, которые наблюдались на некоторых станциях.

В этой таблице приведены максимальные величины рассеянной радиации атмосферы для неба, полностью покрытого облаками (облачность 10), для следующих пунктов (таблица 1).

Таблица 1

Пункты наблюдения рассеянной радиации атмосферы

Место наблюдения	Широта	Долгота	Время наблюдений
Шпицберген-Баренцбург			1934 г.
Новая Земля — Маточкин Шар . .	73°16′	56°24′	1933 г.
О. Уединения	77°30′	82°12′	1935 г.
Мастырь (устье Лены)	73°29′	126°35′	1932-1933 гг.
Бухта Тикси	71°35′	129° 2′	1932-1933 гг.
Мыс Дежнева — зал. Лаврентия . .	65°38′	188°48′	1932-1933 гг.

Величина рассеянной радиации атмосферы зависит от высоты солнца над горизонтом, количества и формы облаков, а также и от albedo земной поверхности. Чем больше высота солнца над горизонтом, тем больше будет и величина рассеянной радиации; в полярной области высоты солнца, даже в день летнего солнцестояния, бывают не особенно велики, вследствие чего от влияния этого фактора нельзя ожидать больших величин радиации.

Облачность значительно увеличивает рассеянную радиацию; как правило—чем больше количество облаков, тем интенсивнее эта радиация, но это правило не соблюдается для всех форм облаков одинаково; для облаков низких и плотных форм баллов до 7 идет увеличение радиации, а при дальнейшем увеличении облачности получается уже не увеличение, а уменьшение радиации.

Albedo земной поверхности может значительно повышать величину рассеянной радиации. Таким образом, по сравнению с местами, расположенными более южно, есть факторы, которые должны увеличивать радиацию (albedo), но есть и такие, которые уменьшают ее (меньшая высота солнца, часто встречающаяся нижняя облачность). Поэтому мы должны ожидать в Арктике уменьшенные величины рассеянной радиации атмосферы.

Наблюдения это не подтверждают. Из таблицы 2, в которой собраны максимальные наблюденные величины рассеянной радиации, видно, что эти величины могут доходить до 1,0 Cal; в местах более южных такие величины никогда не встречаются. Так, например, в Слуцке, где измерения и регистрация рассеянной радиации ведутся непрерывно уже 15 лет, не было измерено величины более 0,70 Cal.[1] Объясняется это следующим образом: в южных местах облака представляют собой более значительную массу, вследствие чего поглощение солнечной лучистой энергии в массе самого облака очень значительно и нижняя граница таких плотных облаков дает совершенно ничтожную радиацию. Так, например, летом даже при большой высоте солнца, если все небо покрывается сплошным слоем Cu Nb, рассеянная радиация падает до нескольких сотых долей калории.

В Арктике облака не представляют собою толстых слоев, вследствие чего они являются слоем, хорошо рассеивающим солнечную лучистую энергию и дают значительную величину рас-

[1] Такая величина за 15 лет была измерена всего один раз.

Таблица 2

Рассеянная радиация атмосферы при небе, полностью покрытом облаками. Максимальные величины

Время наблюдения	Радиация	Облачность
1. Шпицберген	Баренцбург	Пиранометр Калитина
1934 г. 28 февраля 12^h 13^m	0,04 Cal	10 St; ≡; ⚹
29 марта 13 28	0,19	10 Alcu, Stcu
29 апреля 11 58	0,42	10 St
31 мая 13 27	0,44	10 Stcu
30 июня 12 3	0,48	10 Alst
10 июля 15 14	0,41	10 Stcu, Alcu
10 августа 12 3	0,37	10 Stcu
2. Маточкин Шар		Актинометр АДК
1933 г. 24 февраля 12^h 00^m	0,16	10 St; Stcu. ⚹°
31 марта 12 5	0,43	10 Alcu; Stcu
22 апреля 12 10	0,51	10 Alcu; Stcu
28 мая 11 55	0,81	10 Alst; ⚹°
3 июня 12 5	0,73	10 Stcu.
3. О. Уединения		Актинометр АДК
1935 г. 25 апреля 11^h 59^m	0,74	10 Alst
13 мая 12 26	0,96	10 St
19 мая 12 00	0,85	10 Nb; ⚹; ⚹
21 мая 11 59	1,00	10 Nb; ⚹°
2 июня 12 16	0,85	10 St; ≡°
8 июня 11 59	0,89	10 Nb; ⚹
12 июля 12 6	0,85	10 Stcu; Alcu
22 июля 14 46	0,76	10 St; ≡
4. Мастырь		Пиранометр Калитина
1932 г. 15 октября 10^h 7^m	0,13	10 Stcu, St
1 ноября 11 44	0,04	10 Stcu, Frst
1933 г. 27 февраля 13 40	0,13	10 St°; Stcu°
28 марта 12 5	0,44	10 St
23 апреля 11 58	0,74	10 St; Frst
22 мая 11 56	0,84	10 St; ⚹°; ⚹°
24 мая 11 57	0,85	10 St
29 мая 11 57	0,94	10 St

Продолжение

Время наблюдения	Радиация	Облачность
5. Тикси	Актинометр АДК	
1932 г. 28 августа 12h 1m	0,41	10 St; Frcu
1933 г. 27 апреля 13 41	0,87	10 Alst; Alcu
7 мая 10 10	0,90	10 St; Alst
24 мая 11 57	0,84	10 St; ✳
11 июня 11 59	0,95	10 Alst; Stcu
23 июля 8 30	0,89	10 Alcu
31 августа 12 00	0,65	10 Stcu
6. Мыс Дежнева — зал Лаврентия	Пиранометр Калитина	
1932 г. 6 октября 11h 00m	0,18	10 Scu
4 ноября 11 58	0,09	10 Scu
7 декабря 12 59	0,03	10 St
1933 г. 30 января 12 25	0,06	10 St
26 февраля 12 12	0,18	10 St
25 марта 12 37	0,40	10 Stcu; ☩°
30 апреля 12 1	0,55	10 Alst; Alcu; ☩°
24 мая 12 3	0,65	10 St
9 июня 12 45	0,64	10 St; ✳
15 июля 10 23	0.37	10 Stcu; Frst
7 августа 8 27	0,26	10 St

сеянной радиации. Albedo земной поверхности в Арктике очень велико, так как отражающей поверхностью является лед или снег; кроме того, так как в Арктике снеговой покров ничем не засорен, то величины albedo получаются значительные.

Н. Т. Черниговский получил в 1935 г. на о-ве Уединения величины albedo снегового покрова, достигающие 94% (по измерениям 4 апреля 1935 г.); величины от 80% до 90%, это — обыденные величины albedo для поверхности снега в полярных условиях.

Таким образом, сравнительно тонкие, хорошо рассеивающие солнечную лучистую энергию, облака и большое albedo создают такие величины, каких не бывает на юге, несмотря на большую высоту солнца.

Анализ таблицы 2 позволяет нам сделать такие выводы. На Шпицбергене, где большое число измерений произведено В. В. Верещагиным, максимальная величина радиации была 0,48 Cal при облачности Alst; это наблюдение было произведено 30 июня в полдень, когда высота солнца максимальная в году. Облака типа Alst дают обыкновенно очень большую рассеянную радиацию. Небольшие величины радиации для Шпицбергена объясняются может быть более плотными облаками в этой области Арктики, а может быть и специфическими особенностями места наблюдений (Баренцбург — район угольных разработок).

В Маточкином Шаре в летнее время величины радиации значительные; как видно, 28 мая в полдень измерена была 0,81 Cal.

Большой актинометрический материал был привезен в 1935 г. с о-ва Уединения Н. Т. Черниговским. Величины радиации для всех месяцев очень значительные, достигающие даже 1,00 Cal (в полдень 21 мая при облачности 10 Nb и снеге).

В Мастыре 29 мая радиация получилась 0,94 Cal при облачности 10 St. Большие величины радиации наблюдены и в бухте Тикси, достигающие в мае 0,90 Cal, в июне 0,95 Cal.

Наблюдения, произведенные на мысе Дежнева и в заливе Лаврентия, дают меньшие величины; максимальная (0,65 Cal) была наблюдена в полдень 24 мая при облачности 10 St.

Анализ всего материала по рассеянной радиации, полученного в полярной области, показывает, что особенно большие величины этой радиации получаются при тонком слое низких облаков (St, Nb, Stcu) и при наличии небольшого снега или небольшой метели. Повидимому, два последних фактора создают рассеивание радиации в непосредственной близости от земной поверхности и тем повышают величину рассеянной радиации. А так как такие условия — низкая и плотная облачность, снегопад и метели — встречаются в полярной области часто, то и большие величины рассеянной радиации не должны представлять исключений.

Измерения это подтверждают. Мы можем найти подряд до десяти дней и больше, когда величина рассеянной радиации достигала в полдень 0,7—0,8 Cal. Поэтому в непрерывный полярный день мы должны получить значительный приток рассеянной радиации. Для иллюстрации этого приведены два графика (рис. 5 и рис. 6.).

На рис. 5 приведен суточный ход рассеянной радиации атмосферы для двух рядом стоящих суток (21 мая и 22 мая 1933 г.) по наблюдениям в Мастыре. 21 мая все сутки метель, солнца не было видно, 22— все сутки облачность 10 St, небольшой снег,

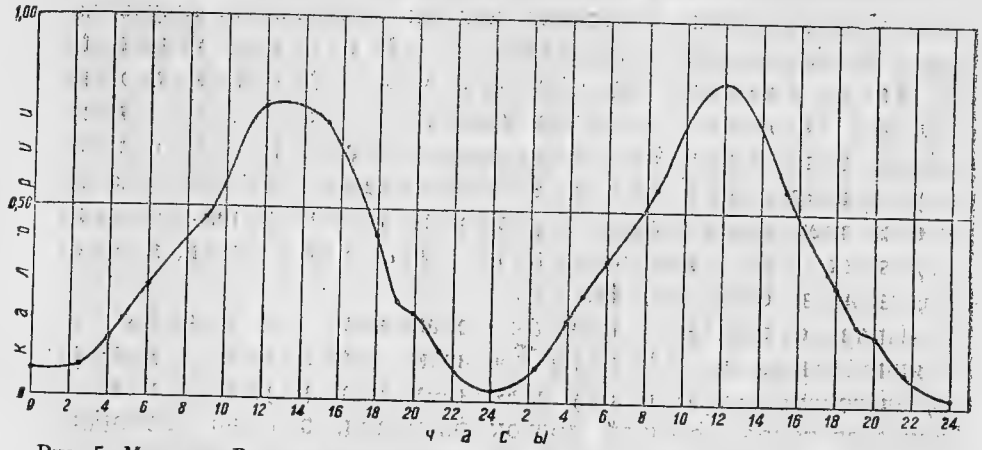


Рис. 5. Мастырь. Рассеянная радиация атмосферы. 21 мая 1933 г. облачность все сутки 10 st; ; 22 мая 1933 г. облачность все сутки 10 st; ; .

метель. Измерения производились пиранометром Калитина; на графике черные крупные точки дают наблюденные величины радиации; опираясь на эти точки, проведена непрерывная кривая, которая с достаточной точностью позволяет подсчитать приход радиации.

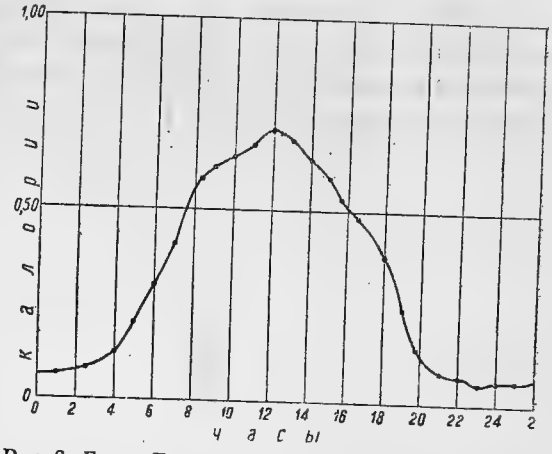


Рис. 6. Бухта Тикси. Рассеянная радиация атмосферы 23 мая 1933 г. Облачность все сутки 10 st.

Такой подсчет показывает, что за сутки 21 мая на каждый квадратный сантиметр горизонтальной поверхности упало 523 Cal, а для 22 мая—541 Cal—величины очень значительные.

На рис. 6 приведен второй график, дающий суточный ход радиации для 23 мая 1933 г. по наблюдениям в бухте Тикси. Измерения радиации производились актинометром АДК; облач-

ность все сутки была 10 St. Как видно, и в этом случае, благодаря большой величине рассеянной радиации, а также и непрерывному дню, приход радиации за сутки выразился в 497 Cal.

Особенно большое значение при актинометрической работе имеют не отдельные измерения, как бы часто они ни производились, а непрерывная регистрация. В 1935 г. на о-ве Уединения. Т. Черниговским было получено около 100 суток регистрации величин радиации. В качестве примера на рис. 4 дана запись, полученная 11 июля 1935 г. с помощью пиранометра Янишевского и регистрирующего дискового гальванометра. Как видно, получается прекрасная запись, передающая все изменения величины радиации. Все сутки облачность была 10 St и туман; подсчет радиации за сутки дал 437 Cal.

Приведенные выше примеры показывают, что величины рассеянной радиации в Арктике достигают значительных размеров и, благодаря непрерывному полярному дню, в сумме может получаться такой большой приток радиации, значение которого в ряде метеорологических и гидрологических процессов, происходящих в полярной области, будет очень велико.

Все это диктует необходимость изучать в Арктике не только солнечную радиацию, но и рассеянную, и чем больше будет в Арктике непрерывно работающих актинометрических станций, тем яснее будет для нас ряд метеорологических и гидрологических процессов, происходящих в этой области земного шара.

ON THE QUANTITIES OF DISPERSED RADIATION OF THE ATMOSPHERE IN THE ARCTIC

BY N. N. KALITIN

SUMMARY

Owing to the weather conditions in the Arctic the sun-radiation reaches but seldom the surface of the earth; it is mostly cloudy there. Therefore the study of the dispersed radiation of the atmosphere acquires a special importance.

For some years past have been taken, and are contunued now, actinometric observations at a series of meteorological stations in the Soviet Section of the Arctic. The measurements have shown there such magnitudes of dispersed radiation, as never occur in more southern localities. This is to be explained both by the little density of the clouds, thanks to which there is a considerable dispersion, and by the influence of the albedo of the snow-cover. Owing to the great quantities of dispersed radiation and the continuous polar day the diurnal values of radiation may be very considerable. In Mastyr (mouth of the Lena River) for instance, on May 21, 1933, to every sq. centim. of horizontal surface there fell 523 Calories of dispersed radiation for 24 hours, and, on May 21, 1934 — 541 Cal. Table 2 (Russian text) gives the values obtained during the observations.

The study of dispersed radiation, owing to its great magnitudes and especially the recording of the same is of great significance, inasmuch as the systematical recording would furnish very valuable data, which would allow to judge of a series of meteorological and hydrological processes taking place in the Arctic.

НЕСКОЛЬКО ОПЫТОВ НАД РАДИАЦИОННЫМИ СВОЙСТВАМИ СНЕГА И ЛЬДА КАРСКОГО МОРЯ У О-ВА УЕДИНЕНИЯ В 1935 Г.

Н. Т. ЧЕРНИГОВСКИЙ

В первую зимовку на о-ве Уединения ($\varphi = 77°30'24''$ N, $\lambda = 82°12'12''$E) в 1934/35 г. актинометрические наблюдения велись гидрологами полярной станции.

Автором этой заметки был приспособлен для изучения радиационных свойств снега и льда пиранометр Янишевского в соединении со стрелочным гальванометром Физического института Ленинградского государственного университета; с помощью этого прибора удалось получить ряд измерений снегового покрова и проникания суммарного потока радиации сквозь лед и снег.

Результаты этих наблюдений и являются предметом настоящей заметки.

Для измерения альбедо снега во льду припая, в 100 м от берега, был врыт столб, в верхней части которого был вставлен железный болт, служивший осью направляющему деревянному вороту для передвижений прибора по горизонтали. Чтобы иметь возможность вращать пиранометр в положении „вверх" и „вниз", прибор был установлен в кардановом подвесе.

Наблюдения начались 31 марта 1935 г. и окончились 7 июля, когда снеговой покров на льду моря стаял.

Наблюдения велись при различных условиях облачности в разное время дня. Измерения альбедо этим методом рекомендуется делать при отсутствии солнца, т. е. когда весь небесный свод покрыт облаками. [1] Это условие нами не всегда выдержи-

[1] Н. Н. Калитин. Методика измерения альбедо земной поверхности в естественных условиях. Известия Главной Геофизической обсерватории, № 3—4, 1931 г.

валось, ряд наблюдений производился в дни с солнцем и переменной облачностью.

Изучалось только альбедо снегового покрова, лежащего на морском льду. Лед в участке, где производились наблюдения, был ровный, и снег покрывал его слоем толщиною в 15—20 см.

Каждый раз в одной серии наблюдений производилось 13 отсчетов последовательной радиации, получаемой от облаков, солнца и т. д. и затем отраженной.

Величины альбедо для отдельных дней наблюдений приведены в табл. 1.

Таблица 1

Дата Date	Albedo %	Примечания Remarks
31/III	84	10 Ci, Cist, CiCu, ASt; солнце в Ci — Sun in Ci
4/IV	89	Ci у солнца — Ci near the Sun
22/IV	88	10 NbSt, моросящий снег — wet snow
29/V	84	10 St, моросящий снег — wet snow
18/VI	72	9—10 ACu, StCu
23/VI	64	10 StCu, ACu, Ci
7/VII	58	1—2 Ci

Небольшое число наблюдений заставляет смотреть на полученные результаты только как на величины порядка первого приближения.

Таким образом, отражательная способность снегового покрова для конца марта и для апреля определяется ориентировочно в 87%. В мае альбедо попрежнему значительно — 84%.

Изменения, происходящие в структуре самого снега, загрязнение его частицами песка и глины, приносимых с берега, значительно понижают альбедо в июне—68%. В начале июля, перед таянием, отражательная способность снега падает до 58%.

Что касается отдельных серий наблюдений, то можно указать, что максимальная величина альбедо наблюдалась в апреле — 94%, а минимальная в июле — 52%.

Полученные высокие величины альбедо, повидимому, являются нормальными для отличающегося исключительной белизной

полярного снега. Максимальная величина, полученная проф. Н. Н. Калитиным для Слуцка (1929 г.), равна 87%.[1]

В конце июля было произведено несколько измерений альбедо различных поверхностей. Среднее из 5 серий измерений отражательной способности годовалого льда (29 июля) дало 53%, а одновременно измеренное альбедо талой снежной воды в сквозном забереге — 46%. Альбедо поверхности снежницы в неглубоком озерке на льду для солнечного дня оказалось равным 30%, для пасмурного — 37%.

Заморозки, обычные в полярный день при небольших высотах солнца, способствуют образованию на озерках снежницы тонкой (0,5 — 1 см) ледовой корки — наслуда. С появлением наслуда альбедо увеличивается. Приведу средние величины для озерка талой воды без ледяной корки и с образовавшимся на нем наслудом:

Таблица 2

h ⊙	Альбедо % Albedo	
	Снежница Snow-water	Наслуд Ice-crust
11°	27	37
14°	30	40

Кроме измерения отражательной способности естественной поверхности ледяного покрова, было произведено несколько опытов по определению проницаемости снега и льда различной толщины для интегрального потока радиации.

Эти исследования велись также пиранометром Янишевского в соединении со стрелочным гальванометром физического института при Ленинградском государственном университете. Для опытов вырезывались отдельные пластинки снега, из них складывался снежный ящик, внутри которого находился пиранометр.

21 марта в солнечный день, при облачности 2 Ci, Cist, Acu (высота солнца 7—11°) сквозь весьма плотный снег толщиною в 5 см проникло 10% всего потока падающей радиации. Принимая для конца марта величину альбедо в 87%, получим, что слой снега в 5 см задержал 3%.

Наблюдения возобновились только в июне. 24 июня, при облачности 10 с просветами (Acu, Ci) и при высоте солнца 19—30°

[1] Н. Н. Калитин. Альбедо земной поверхности. Метеорологический вестник, № 9—12. 1929 г.

имеем соответственно радиацию, прошедшую насквозь 30%, альбедо 64%, задержано 6%; при высоте солнца 7—11° прошедшая радиация 23%, альбедо 64%, задержано 13%. При толщине снега 10 см и облачности нижнего яруса 10 (23 июня) прошедшая радиация 26%, альбедо 64%, задержано 10%.

Наблюдения проф. Н. Н. Калитина для Слуцка (декабрь—январь 1931 г.) дают для слоя в 5 см снега пропускание радиации около 50%, для 10 см — до 20%. [1]

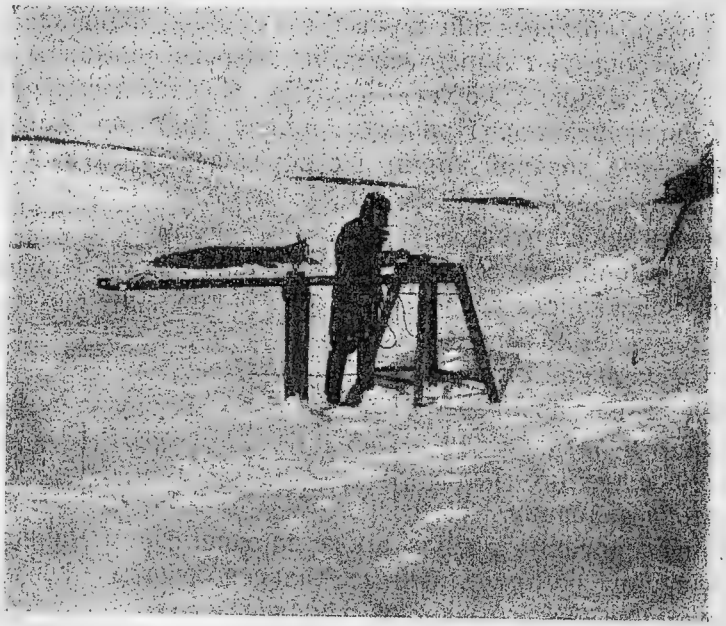


Фото А. Н. Золотова

Несоответствие величин, полученных для о-ва Уединения, можно объяснить целым рядом причин: исследования производились в разные месяцы, при различном состоянии поверхности и внутренней структуры снега. Необходимо также помнить, что методика наблюдений на полярной станции о-ва Уединения разработана недостаточно.

Для измерений проникания радиации сквозь лед в береговом припае была вырезана льдина пирамидальной формы высотою

---

[1] Н. Н. Калитин. Опыт изучения радиационных свойств снегового покрова, Известия ГГО. № 1—2, 1931 г.

в 70 см, при толщине стенок в 40—45 см. Средняя соленость льда была равна 5,15‰. Лед этот имел специальное отверстие внизу, куда вставлялся пиранометр; затем отверстие закрывалось „пробкой", сделанной из того же льда. Лед находился на суше, подвергаясь действию инсоляции, туманов, дождей. Чтобы предохранить лед от разрушения, его покрывали деревянным ящиком, однако, от нагревания стенок ящика лед постепенно подтаивал.

30 мая среднее из 4 рядов наблюдений дало 25% прошедшей радиации.

Новое наблюдение 10 июня, когда высота льдины уменьшилась до 56 см, а толщина стенок до 37—38 см, дало только 14% проникшей радиации. 17 июня — 13% и, наконец, 18 июня—11%.

За время с 30 мая по 10 июня лед внешне значительно изменился; он обтаял и сделался менее прозрачным. Можно полагать, что при разрушении ледяного покрова моря у льда, перезимовавшего год, способность проникания радиации значительно уменьшается и соответственно сильно увеличивается поглощение радиации верхними слоями льда, способствующее его таянию.

Действительно, наблюдения 12—17 апреля, произведенные со льдом в 4 см, взятым из придонного слоя с соленостью в 4,54‰, дают среднюю величину (из 5 рядов наблюдений) проникания радиации в 71% от всего суммарного потока. Лед этот обладал хорошей прозрачностью. В своей работе „Несколько опытов над радиационными свойствами льда", Н. Н. Калитин [1] указывает на весьма важное значение, которое имеет количество заключенных пузырьков воздуха в отдельной льдине, им также отмечено снижение проницаемости льда в результате действия радиации.

Небольшое количество наблюдений, произведенных на полярной станции о-ва Уединения, имеет только рекогносцировочный характер.

Крайне желательно поставить подобные исследования систематически на ряде полярных станций, где производятся гидрологические и актинометрические наблюдения. При этом было бы хорошо одновременно иметь данные по определению содержания воздуха в экспериментируемых льдинах, знать их соленость, отмечать подробно структуру самого льда и его оптические свойства.

---

[1] Известия Главной Геофизической обсерватории. № 1—2, 1932 г.

SOME EXPERIMENTS ON THE RADIATION-PROPERTIES OF THE SNOW-COVER AND THE ICE OF THE KARA SEA CARRIED OUT ON LONELY ISLAND

BY N. T. CHERNIGOVSKY

SUMMARY

During the spring and the summer of 1935 at the polar station on Lonely Island, in the Kara Sea, were made experiments for the study of the albedo of the surface of the snow-cover and the permeation of the radiation through the sea-ice, by means of a pyranometer, adapted for this purpose.

The results of these observations must be regarded as preliminary ones only.

The magnitudes of the albedo of the surface of the snow-cover for each day of observation are given in table 1.

Towards the end of July was made a series of measurements for different surfaces. The albedo of one-year-old ice was 53%, of open water directly of the shore — 46%.

In table 2 are given the data for a pool of melted snow and for the same pool ice-glazed. Experiments made in March showed the permeation through a layer of snow 5 cm in thickness to amount to about 10% of the entire current of radiation, while in June the radiation permeated through a similar layer was 23—30%.

Through sea-ice (5,15‰ salinity) 70 cm in thickness, devoid of snow, at the end of May permeated 25% of radiation, in the middle of June: 11—14% only. Observations taken in the middle of April gave 71% of the total radiation for sea-ice 4 cm in thickness.

It may be assumed that in the decomposition of the ice-cover of the sea the permeating capacity of the radiation considerably decreases while the absorption of the radiation by the upper layers of the ice accordingly increases, thus assisting in the melting of the same.

ОБЗОР ФЛОРЫ НОВОЙ ЗЕМЛИ

А. И. ТОЛМАЧЕВ

Новая Земля принадлежит к числу тех частей Арктики, изучению флоры которых уделялось достаточно много внимания. Благодаря этому и совокупность тех данных, которыми мы располагаем в настоящее время в отношении ее, позволяет с большой долей уверенности говорить как о количественном составе флоры в целом и существе основных слагающих ее элементов, так и по меньшей мере об основных линиях распространения растений в ее пределах.

Тем не менее мы еще весьма далеки от того, чтобы Новую Землю можно было признать целиком изученной удовлетворительно в флористическом отношении. Определяется это прежде всего резкой неравномерностью распределения проведенных обследований по ее поверхности. Если относительная доступность Новой Земли, подобно тому, как это имеет место и в отношении Шпицбергена, определяла частоту посещения ее ботаниками, нередко без организации ради обеспечения флористической работы специальных экспедиций, а также и большое количество любительских сборов, то в сущности те же самые обстоятельства определяли сосредоточение проводившихся работ в определенных районах и пунктах, в силу технических и организационных причин наиболее легко доступных.

В результате, из восьмидесяти, примерно, коллекций по флоре Новой Земли, которыми мы располагаем на сегодня, добрая половина обнимает лишь сборы из небольшого числа пунктов, ставших положительно банальными местонахождениями новоземельских растений. Так, например, из района становища Малые Кармакулы мы имеем сборы не менее 20 авторов! Белушья губа Костина Шара, Поморская губа Маточкина Шара, а с начала нашего столетия и Крестовая губа, посещались также более, чем

достаточно. Правда, если учитывать только количество наличных коллекций, представление об изученности подобных районов создается у нас преувеличенное, ибо по понятным причинам, именно такие легко доступные пункты наиболее часто посещались не только ботаниками, но и неквалифицированными любителями, сборы которых носили более легковесный характер и, по существу, значительно обогащая материалом ботанические хранилища, лишь в гораздо меньшей мере продвигали дело изучения флоры Новой Земли в более узком смысле слова. Но и при всем этом более или менее полная изученность таких районов не вызывает сомнений.

Довольно богатыми материалами располагаем мы вообще с побережья южного острова от северной части Костина Шара до Маточкина Шара и с обоих побережий этого пролива. Западный берег северного острова от Маточкина Шара до входа в Крестовую губу изучен несколько хуже, дальше на север — вновь удовлетворительно. Крайний юг южного острова, начиная с южной части Костина Шара и вплоть до Карских ворот, изучен явно недостаточно. Восточное же побережье южного острова почти на всем своем протяжении совершенно не затронуто ботаническими исследованиями. Лучше обстоит дело с восточным берегом северного острова на южном его участке. Что касается, наконец, до северной половины северного острова, то ряд пунктов северо-западного побережья освещен уже достаточно, побережье же Карского моря в этих широтах почти нацело не изучено.

Таким образом, наряду с хорошо освещенными участками, мы располагаем на Новой Земле обширными пространствами, изученными недостаточно, и также обширными территориями, еще совершенно не освещенными флористически. Основные особенности отдельных частей Новой Земли в смысле изученности их флоры могут быть характеризованы следующими положениями:

1) западное побережье в целом изучено несравненно лучше восточного, причем на протяжении от Белушьей губы Костина Шара ($71^1/_2°$ с. ш.) до Русской Гавани (севернее 76° с. ш.) мы имеем целый ряд участков, изученных удовлетворительно, в то время как на восточной стороне таковым является лишь единственный участок, примыкающий с северной стороны к входу в Маточкин Шар; 2) в средних широтах (72—75° с. ш.) флора Новой Земли изучена вообще лучше, нежели на крайнем юге (южнее 72° с. ш.) и на крайнем севере (севернее 75° с. ш.).

Чтобы дать некоторое представление об основных этапах истории изучения флоры Новой Земли, мы, воздерживаясь от перечисления всех имеющихся коллекций, отметим ниже лишь те сборы, с каковыми приходится считаться как с основными материалами, освещающими объект нашего описания.

Наряду с перечисленными далее авторами, на Новой Земле коллектировали некоторые ботаники (в том числе целый ряд неспециалистов), давшие лишь очень ограниченный материал. Сборы их падают в основной части на более часто посещавшиеся пункты Новой Земли, чем и ограничивается научное значение большинства соответствующих коллекций. Основная масса последних сконцентрирована в Ленинграде — в Ботаническом институте Академии наук СССР, следующая по объему — в Стокгольмском естественно-историческом музее, очень немного — в прочих хранилищах.

По мере хода исследования Новой Земли в литературе последовательно появились, наряду с частными перечнями сборов отдельных авторов, и сводные списки ее флоры. Однако, ни один из этих списков не может в настоящее время рассматриваться как достаточно полный. Причина этого, прежде всего, в обилии неопубликованных материалов по флоре Новой Земли, к которым относится, как видим из нижеприведенного списка, и часть наиболее существенных коллекций. Кроме того, учитывая данные своих предшественников преимущественно по литературе, авторы этих списков не всегда могли правильно сопоставить свои и чужие определения, почему в известных случаях в списках могли оказаться соединенными под одним названием два вида, и обратно — один мог оказаться приведенным под разными названиями.

Предлагаемый ниже сводный список сосудистых растений Новой Земли, как легко убедиться из его просмотра, довольно значительно отличается от ранее опубликованных.[1] С одной стороны, это вызвано учетом большого количества новых материалов, собранных и отчасти уже опубликованных после появления сводки Lynge (1921).

Кроме того, я использовал также и неопубликованные материалы Ленинградского, Стокгольмского и других скандинавских

---

[1] Кроме моего списка (см. Толмачев, 1932), заключающего в более конспективной форме почти все те же данные.

Фамилия коллектора	Год	Район работ	Местонахождение основной коллекции
Бэр (Baer)	**1837**	Западный берег от Костина Шара до Сухого Носа; Маточкин Шар	Ленинград
Фон-Хейглин (v. Heuglin) и Огорд (Aagaard)	**1871**	Зап. берег южного острова; Маточкин Шар	Германия (Хейглин) Осло (Огорд)
Чельман (Kjellman) и Лундстрем (Lundström)	**1875**	Зап. берег южного острова; Маточкин Шар	Стокгольм
Хольм (Holm)	**1882**	Крайний юг южного острова	Копенгаген
Экстам (Ekstam)	**1891, 1893 1895,** 1901, 1905	Западн. берег южного острова от Костина Шара до Маточкина Шара	Стокгольм
Фильден (Feilden)	**1895, 1897**	Западн. берег южного острова, Маточк. Шар, вост. берег северного о-ва	Англия
Альм (Alm)	1901	Кармакулы	Стокгольм
Палибин	1901	Крестовая и Машигина губа	Ленинград
Поле (Pohle)	1904	Становище западного берега	Ленинград
Фас (Hwass)	1911	Становище западного берега	Стокгольм
Линге (Lynge)	**1921**	Западный берег от севера Гусиной Земли до 76° с. ш., Маточкин Шар	Осло
Назаров	**1921**	Западный берег от Костина Шара до С. Сульменевой губы	Москва
Толмачев	**1923, 1924, 1927**	Маточкин Шар (гл. обр. вост. часть), южная часть Карского побережья северного острова, зап. побер. (отд. пункты)	Ленинград
Чирихин	**1925, 1926**	Становище западного берега	Ленинград
Перфильев	**1926**	Становище западного берега	Москва
Стеффен (Steffen)	**1926**	Становище западного берега	Германия
Казанский	**1926, 1927**	Восточная часть Маточкина Шара	Ленинград
Зубков	1930 1932, 1933,	Гусиная Земля; Русская Гавань	Ленинград

Примечание. Цифры годов, данные жирным шрифтом, означают что список соответствующей коллекции опубликован.

гербариев, среди них сборы Палибина, Поле, Alm'a, Hwass'a, часть более поздних сборов Ekstam'a и др. Этим объясняется как общее увеличение списка, так и заполнение ряда пробелов в представлении о распространении отдельных видов. Единство трактовки видов применительно к основной массе материалов обеспечивается тем, что за исключением сборов Feilden'a, Heuglin'a, Steffen'a и Перфильева, знакомых мне только по дублетам, и нескольких мелких коллекций, все материалы по флоре Новой Земли просмотрены мною лично.[1]

Это же обстоятельство позволило мне проявить несколько большую смелость в отношении исключения из списка тех видов, которые попали в него раньше по недоразумению, вследствие неверности определений или в результате путаницы с этикетками. Некоторая доля сомнительных видов тем не менее в списке еще сохраняется, хотя число их теперь уже сводится не более, как к нескольким единицам.

В целях дачи некоторого представления о распространении растений в пределах Новой Земли, в списке флоры ее приводятся данные о нахождении их в отдельных ее частях. Проводя разбивку ее на ряд участков, я не считал целесообразным принимать особенно дробное деление, так как при теперешней стадии изученности случайные элементы слишком довлели бы над теми результатами, которые были бы получены для каждого такого района. В виду этого, по широте я ограничился разбивкой Новой Земли на четыре участка, каждый из которых соответствует примерно половине того или другого из островов Новой Земли. Использованием в качестве одной из границ смежных участков Маточкина Шара обеспечено удовлетворение интересов тех, кто пожелал бы ознакомиться отдельно с составом флоры южного и северного островов. Наряду с этим, в данном списке впервые сделана попытка разграничить сведения о флорах западного и восточного побережий Новой Земли, отличия которых теперь

[1] Считаю необходимым тут же оговориться, что монографической обработки всех этих материалов я не производил, так что полной гарантии точности определений во всех без ограничения случаях из факта, что материалы мною просмотрены и оцениваются по личному впечатлению, конечно еще не вытекает Надо также иметь в виду, что мои работы по новоземельской флоре длятся в общем около 10 лет, почему после просмотра мною части материалов кое что могло измениться и в систематической трактовке той или иной формы. При всем этом, большое единообразие в отношении материала, конечно, сохраняется.

уже в некоторой степени освещены; такое выделение данных о Карском побережье было пока, однако, возможно провести лишь для средних широт Новой Земли. Что касается до самих районов и их границ, то мною они приняты в следующем виде.

I. Южный остров

1) Юг (все пространство к югу от 72° с. ш.): сокращенно — „Ю".

2) Северо-запад (от 72° с. ш. до Маточкина Шара и берег его на восток до мыса Снежного; восточная граница от мыса Снежного на юг, по срединному водоразделу): сокращенно — „СЗ".

3) Северо-восток (к северу от 72° с. ш. и к востоку от водораздела, а по Маточкину Шару — от мыса Снежного): сокращенно — „СВ".

II. Северный остров

4) Юго-запад (от Маточкина Шара до 75° с. ш., к западу от срединного водораздела; северный берег Маточкина Шара на восток до горы Серной): сокращенно — „ЮЗ".

5) Юго-восток (по Маточкину Шару на восток от горы Серной, севернее — от срединного водораздела; на север — до 75° с. ш.): сокращенно — „ЮВ".

6) Север (все пространство к северу от 75° с. ш.): сокращенно — „С".

Просматривая нижеприведенный список, мы прежде всего обращаем внимание на значительную неравномерность распределения растений, вообще найденных на Новой Земле, в ее пределах. Как и следовало ожидать, южный остров оказывается в флористическом отношении значительно более богатым, чем северный, имея в составе своей флоры 202—203 вида из общего числа 208. Отсутствуют на нем лишь следующие виды: *Poa abbreviata, Rumex acetosella, Cerastium hyperboreum, Minuartia macrocarpa, Lagotis Stelleri.* Естественно может возникнуть вопрос, не кажутся ли эти виды отсутствующими здесь лишь потому, что, встречаясь на острове в действительности, они просто не были на нем обнаружены. Особенно законным может показаться такое сомнение хотя бы потому, что часть перечисленных видов найдены пока вообще только в одном пункте каждый. При такой единичности находок (и, надо думать, соответствующей редкостивидов) элемент случайности в их нахождении в отдельных

Список сосудистых растений Новой Земли

№ № п/п	Названия растений	Южный остров			Северный остров		
		Ю	СЗ	СВ	ЮЗ	ЮВ	С
1	*Cystopteris Dickieana* Sims.	+	.	.	.	.	.
2	„ *fragilis* Bernh.	+	+	+	+	+	.
3	*Equisetum arvense* L.	+	+	+	+	+	.
4	„ *scirpoides* Michx.	.	+	.	+	+	.
5	„ *variegatum* Schleich.	+	+	.	+	+	+
6	*Lycopodium appressum* (Desv.)	+	+	.	+	.	.
7	*Hierochloa alpina* (L.)R. & S.	+	+	+	+	+	+
8	„ *pauciflora* R. Br.	+	+	.	+	.	.
9	*Alopecurus alpinus* Sm.	+	+	+	+	+	+
10	„ *pratensis* L.	+	+	.	+	+	.
11	*Arctagrastis latifolia* (R. Br.) Grisb. . .	+	+	+	+	+	+
12	*Calamagrastis neglecte* (Ehrh) P. B. . . .	+	+	.	+	.	.
13	*Deschampsia alpina* (L) R & S.	+	+	+	+	+	+
14	„ *arctica* Spr.	+	+	.	+	+	+
15	„ *borealis* (Trautv.)	+	+	.	+	+	.
16	*Trisetum spicatum* (L.) Richt.	+	+	+	+	+	+
17	*Catabrosa algida* (Sol.) Th. Fr.	+	+	.	+	+	+
18	„ *concinna* Th. Fr.	+	+	.	+	+	+
19	*Pleuropogon Sabinii* R. Br.	+	+	+	+	+	+
20	*Poa abbreviata* R. Br.	.	.	.	.	+	+
21	„ *alpigena* (Fr.) Lindm.	+	+	+	+	+	+
22	„ *alpina* L.	+	+	.	+	+	+
23	„ *arctica* R. Br.	+	+	+	+	+	+
24	*Colpodium fulvum* (Trin.) Grisb.	+	+	+	+	+	.
25	*Dupontia Fischeri* R. Br.	+	+	+	+	+	+
26	*Puccinellia angustata* (R. Br.)	+	+	.	+	+	+
27	„ *Kjellmani* (Lge)	.	+	.	.	.	.
28	„ *phryganodes* (Trin.)	+	+	.	.	+	+
29	„ *tenella* (Lge)	+	+	.	.	.	.
30	„ *Vahliana* (Liebm.)	+	+	.	+	+	+
31	*Festuca brevifolia* R. Br.	+	+	+	+	+	+
32	„ *cryophila* Krecz & Bobr. (= F. rubra Zuctt)	+	+	+	+	+	+

Продолжение

№ № п/п	Названия растений	Южный остров			Северный остров		
		Ю	СЗ	СВ	ЮЗ	ЮВ	С
33	*Festuca vivipara* (L) Sm.	+	+	—	+	+	+
34	*Eriophorum medium*	+	+	.	+	+	.
35	„ *opacum* (Björnstr.) Fern.	.	+	.	.	+	.
36	„ *polystachyum* L.	+	+	+	+	+	+
37	„ *russeolum* Fr.	+	+	.	.	+	.
38	„ *Scheuchzeri* Hoppe	+	+	+	+	+	+
39	„ *vaginatum* L.	+	+	+	+	+	.
40	*Carex aquatilis* Wg. ssp. stans. Drej	+	+	.	+	+	+
41	„ *glareosa* Wg.	+	+	.	.	.	.
42	„ *maritima* Gunn.	+	+	.	.	.	.
43	„ *lagopina* Wg.	+	+	.	+	+	.
44	„ *misandra* R. Br.	+	+	.	+	+	+
45	„ *parallela* (Laest.) Sommerf.	+	+	.	+	.	.
46	„ *rariflora* (Wg.) Sm.	+	+	+	+	.	.
47	„ *rigida Good.* ssp. *inferalpina* (Laest.) Gor.	+	+	.	+	+	+
48	*Carex rotundata* Wg. [1]	+	.	.	.	.	.
49	„ *rupestris* All.	+	+	+	+	+	.
50	„ *saxatilis* L.	+	+	+	+	+	.
51	„ *subspathacea* Wormskj	+	+	.	+	+	.
52	„ *ursina* Desv.	+	+	.	+	.	.
53	*Juncus biglumis* L.	+	+	+	+	+	+
54	„ *castaneus* Sm.	+	+	—	—	—	—
55	„ *trifidus* L. [2]	.	+	.	.	.	.
56	„ *triglumis* L.	.	+	.	.	+	.
57	*Luzula confusa* Lindb.	+	+	+	+	+	+
58	„ *multiflora* Lej. ssp.						
	„ *frigida* Sam.	+	.	.	.	.	.
59	„ *nivalis* (Laest.) Beurl.	+	+	+	+	+	+

[1] Имеется единственный экземпляр с этикеткой „Nowaja Semlja. Baer", повидимому, — с Костина Шара.

[2] Нахождение на Новой Земле *I. trifidus* я считаю весьма сомнительным и склонен предполагать путаницу с этикетками.

Продолжение

№ № п/п	Названия растений	Южный остров			Северный остров		
		Ю	СЗ	СВ	ЮЗ	ЮВ	С
60	*Luzula Wahlenbergii* Rupr.	+	+	.	.	.	.
61	*Salix arctica* Pall.	+	+	+	+	+	+
62	„ *glanca* L.	+	+	.	+	.	.
63	„ *herbacea* L. (x)	+	+	.	.	.	.
64	„ *lanata* L.	+	+	.	+	+	.
65	„ *myrsinites* L.	+	.	.	.	.	.
66	„ *polaris* Wg.	+	+	+	+	+	+
67	„ *reptans* Rupr.	+	+	.	+	+	.
68	„ *reticulata* L.	+	+	.	+	.	.
69	„ *rotundifolia* Trautv.	+	+	.	+	.	.
70	„ *taimyrensis* Trautv.	+	+	.	+	+	.
71	*Betula nana* L.	+	+	.	.	+	.
72	*Koenigia islandica* L.	+	+	.	+	+	+
73	*Rumex acetosella* L. var. *integrifolia*	.	.	.	.	+	.
74	„ *arcticus* Trautv.	+	+	.	.	.	.
75	„ *arifolius* All.	+	+	.	.	.	.
76	*Oxyria digyna* (L) Hill.	+	+	+	+	+	+
77	*Polygonum viviparum* L.	+	+	+	+	+	+
78	*Stellaria crassifolia* Ehrh.	+	.	.	.	+	.
79	„ *Edwardsii* R. Br.	+	+	+	+	+	+
80	„ *humifusa* Rottb.	+	+	.	.	.	.
81	„ *peduncularis* (Fenzl) Bge.	+	+	.	+	.	.
82	*Cerastium alpinum* L.	+	+	+	+	+	+
83	„ *hyperboreum* A. Tolm.	.	.	.	.	+	+
84	„ *Regelii* Ostf.	+	+	+	+	+	+
85	*Sagina intermedia* Fenzl.	+	+	.	+	+	+
86	*Minuartia biflora* (L)	+	+	.	+	+	.
87	„ *macrocarpa* (Parsh.)	.	.	.	.	+	.
88	„ *rubella* (Wg.)	+	+	.	+	+	+
89	„ *stricta* (Sw.) Hiern.	+	—	—	+	—	—
90	*Halianthus peploides* (L) Fr.	+	+	.	.	.	.
91	*Arenaria ciliata* L. ssp. *pseudofrigida* Ostf. & Dahl	+	+	.	+	.	.

Продолжение

№ № п/п	Названия растений	Южный остров			Северный остров		
		Ю	СЗ	СВ	ЮЗ	ЮВ	С
92	*Silene acaulis* L.	+	+	+	+	+	+
93	*Wahlbergella affinis* (Vahl.)	+	+	.	+	+	.
94	„ *apetala* (L) Fr.	+	+	+	+	+	+
95	*Caltha arctica* R. Br,	+	+	+	+	+	+
96	„ *caespitosa* N. Schipcz	.	+	.	.	.	.
97	*Ranunculus affinis* R. Br.	+	+	.	.	+	.
98	„ *auricomus* L. ssp. *sibiricus* Glehn.	+	+	.	+	+	.
99	„ *borealis* Trautv.	+	+	+	+	+	.
100	„ *hyperboreus* Rottb.	+	+	.	+	+	+
101	„ *lapponicus* L.	+	+	.	+	+	.
102	„ *nivalis* L.	+	+	+	+	+	.
103	„ *Pallasii* Schl.	+	+	.	.	+	.
104	„ *pygmaeus* Wg.	+	+	+	+	+	+
105	„ *reptans* L.	.	+	.	.	.	.
106	„ *sulphureus* Sol.	+	+	+	+	+	+
107	*Thalictrum alpinum* L.	+	+	+	+	+	.
108	*Papaver lapponicum* (Tolm.) Nordh. ssp. *dasycarpum* Tolm.	.	+	+	+	+	.
109	„ *radicatum* Rottb. ssp. *polare* Tolm.	+	+	+	+	+	+
110	*Cochlearia arctica* Schl.	+	+	+	+	+	.
111	„ *groenlandica* L.	+	+	+	+	+	+
112	*Eutrema Edwardsii* R. Br.	+	+	+	+	+	+
113	*Cardamine bellidifolia* L.	+	+	+	+	+	+
114	„ *pratensis* L.	+	+	+	+	+	+
115	*Draba Adamsii* Led.	+	+	+	+	+	.
116	„ *alpina* L.	+	+	+	+	+	+
117	„ *cinerea* Adams	+	+	.	+	.	.
118	„ *fladnizensis* Wulf	+	+	.	+	+	.
119	„ *glacialis* Adams	+	+	.	+	+	.
120	„ *gmelini* Adams	+	.	.	.	.	.
121	„ *hirta* L.	+	+	.	+	+	.

Продолжение

№ № п/п	Названия растений	Южный остров			Северный остров		
		Ю	СЗ	СВ	ЮЗ	ЮВ	С
122	*Draba Kjellmani* E. Ekm.[1]	.	.	.	.	.	.
123	„ *lactea* Adams	+	+	+	+	+	+
124	„ *macrocarpa* Adams	.	.	+	.	.	.
125	„ *nivalis* Liljebl	+	+	+	+	+	.
126	„ *oblongata* R. Br	+	.	+	+	+	.
127	„ *rupestris* R. Br.[2]	+	+	.	+	.	.
128	„ *subcapitata* Simmons	+	+	+	+	+	.
129	*Schievereckia podolica* Andrz	+	.	.	.	.	.
130	*Arabis alpina* L.	+	+	+	+	+	.
131	„ *petraea* Lam. ssp. septentrionalis N. Busch	+	+	+	+	+	.
132	*Braya purpurascens* (R. Br.) Bge	+	+	.	+	+	+
133	*Erysimum Pallasii* (Pursh.) Tolm.	.	.	+	.	+	.
134	*Parrya nudicaulis* (L) Rgl.	+	+	+	+	+	.
135	*Sedum roseum* (L) Scop.	+	+	+	+	+	+
136	*Saxifraga aizoides* L.	+	+	.	+	+	+
137	„ *caespitosa* L.	+	+	+	+	+	+
138	„ *cernua* L.	+	+	+	+	+	+
139	„ *flagellaris* Willd	+	+	.	+	+	+
140	„ *foliolosa* R. Br.	+	+	+	+	+	+
141	„ *hieracitifolia* W. & K.	+	+	+	+	+	+
142	„ *hirculus* L.	+	+	+	+	+	+
143	„ *nivalis* L.	+	+	+	+	+	+
144	„ *oppositifolia* L.	+	+	+	+	+	+
145	„ *rivularis* L.	+	+	+	+	+	+
146	„ *tenuis* (Wg.) H. Sm.	+	+	+	+	+	+
147	*Chrysosplenium alternifolium* L.	+	+	.	.	.	.
148	„ *tetrandrum* Th. Fr.	.	+	.	+	+	+
149	*Rubus chamaemarus* L.	+	+	.	+	.	.

[1] В своем описании *D. Kjellmani*, E. Ekman указывает на ее нахождение просто на Новой Земле, не приводя более точных данных.

[2] Данные о распространении этого вида на Новой Земле во многом сомнительны.

Продолжение

№№ п/п	Названия растений	Южный остров			Северный остров		
		Ю	СЗ	СВ	ЮЗ	ЮВ	С
150	*Potentilla alpestris* Hall f.	+	+	.	+	.	.
151	„ *emarginata* Pursh.	+	+	+	+	+	+
152	„ *nivea* L.	+	+	+	.	.	.
153	„ *palustris* (L) Scop.	+	+	.	.	.	.
154	„ *pulchella* R. Br.	+	+	.	+	+	+
155	„ *sericea aucit* (non L.)	+	+	+	+	+	.
156	*Sieversia glacialis* R. Br.	+	.	.	.	.	.
157	*Dryas octopetala* L.	+	+	+	+	+	+
158	*Astragalus alpinus* L.	+	+	+	+	+	+
159	„ *umbellatus* Bge.	+	+	+	+	+	.
160	*Oxytropis sordida* (Willd)	+	+	+	+	+	+
161	*Hedysarum obscurum* L.	+	+	.	+	+	.
162	*Empetrum nigrum* L.	.	+	.	.	.	.
163	*Epilobium arctica* Sam.	+	+	+	.	.	.
164	*Chamaenerium latifolium* (L.)	+	+	+	+	+	.
165	*Hippuris vulgaris* L.	+	+	.	.	.	.
166	*Pachypleurum alpinum* Led.	+	+	.	+	.	.
167	*Pyrola rotundifolia* L. var. grandiflora Rad.[1]	+	+	.	.	+	.
168	*Cassiope hypnoides* (L) Don.	.	+	.	.	.	.
169	*Arctous alpina* (L) Ndzu.	.	+	.	.	+	.
170	*Vaccinium uliginosum* L. ssp. *microphyllum* Lge	+	+	+	.	+	.
171	*Vaccinium vitis-idaea* L. ssp. *pumilum* Horn	+	+	.	.	.	.
172	*Primula farinosa* L.	+	.	.	.	.	.
173	„ *stricta* Horn.	+	+	.	.	.	.
174	*Androsace triflora* Adams.[2]	+	+	+	.	+	.
175	*Armeria sibirica* Turcz.	+	+	.	+	.	.

[1] В гербарии Ботанического Института Академии Наук имеется экземпляр *P. minor* L. с этикеткой „Новая Земля", без указания коллектора. Пока я не решаюсь на основании его включать данный вид в список флоры.

[2] В гербарии Академии Наук (сборы Бэра) имеется давно известный в литературе экземпляр *Trientalis europaea* L. с указанием „Новая Земля" 73 $^1/_2{}^{o}$. Я склонен думать, что это явилось результатом какого-то недоразумения.

Продолжение

№ № п/п	Названия растений	Южный остров			Северный остров		
		Ю	СЗ	СВ	ЮЗ	ЮВ	С
176	*Gentiana tenella* Rottb. (incl. G. chrysoneura Ekst. & Murb.)	+	+	.	+	.	.
177	*Polemonium acutiflorum* Willd.	+	+	+	+	+	.
178	„ *lanatum* Pall. ssp. *boreale* (Adams) Brand	+	+	+	+	+	+
179	*Eritrichium villosum* Bge	+	+	+	+	+	+
180	*Myosotis alpestris* Schm. ssp. *asiatica* Vestergr.	+	+	+	+	+	+
181	*Lagotis Stelleri* Ch. & Schl.	.	.	.	.	+	.
182	*Castilleja pallida* Kth.	+	.	.	.	.	.
183	*Pedicularis hirsuta* L.	+	+	+	+	+	+
184	„ *lanata* Willd.	+	+	+	+	+	.
185	„ *lapponica* L.	+	+	.	+	.	.
186	„ *Oederi* Vahl.	+	+	.	.	.	.
187	„ *sudetica* Willd.	+	+	.	+	+	.
188	*Plantago schrenckii* C. Koch *Schrenckii* (Andr.) Tolm.	.	+	.	.	.	.
189	*Valeriana capitata* Pall.	+	+	+	+	.	.
190	*Campanula rotundifolia* L. ssp. *arctica* Lge	+	+	.	.	.	.
191	„ *uniflora* L.	+	+	.	+	+	.
192	*Erigeron unilflorus* L. ssp. *eriocephalus* Vahl.	+	+	+	+	+	.
193	*Antennaria carpathica* (Wg.) R. Br.	+	+	.	+	.	.
194	*Matricaria grandiflora* (Hook). Tolm.	+	+	+	+	.	.
195	*Aremisia borealis* Pall.	+	+	+	+	+	+
196	„ *Tilesii* Led.	+	+	.	+	+	.
197	*Nardosmia frigida* (L.) Hook	+	+	+	+	+	.
198	*Arnica angustifolia* Vahl.	+	+	+	+	.	.
199	*Senecio campestris* DC	+	.	.	.	.	.
200	„ *congestus* (R. Br.) DC	+	+	+	.	.	.
201	„ *frigidus* (Rich.) Less.	+	.	.	.	.	.
202	„ *resedifolius* Less.	+	.	.	.	.	.
203	*Taraxacum arcticum* Dahlst.	+	+	+	+	+	+
204	„ *brevicorne* Dahlst.	.	+	.	+	+	.

Продолжение

№ № п/п	Названия растений	Южный остров			Северный остров		
		Ю	СЗ	СВ	ЮЗ	ЮВ	С
205	*Taraxacum* Novae-Zemliae Holmboe . .	.	.	.	+	.	.
206	„ *platylepium* Dahlst.	+	+	.	+	+	+
207	„ *tundricolum* Hand.-Maz . .	+	+	.	+	+	.
208	„ n.-sp. (*T. hyparcticum* aff.) . . .	+	.	.	.	.	.
208		184	184	90	148	141	79
		202—203 [2]			166—167 [2]		

пунктах конечно весьма вероятен. Для части видов мы располагаем несколько большими данными о распространении, но должны и здесь отметить, что они встречены также у самого Маточкина Шара, или весьма близко к нему; следовательно, и возможность их нахождения на южном острове нельзя считать прямо исключенной.

Что касается до растений, найденных только на южном острове, то здесь нет уже никакого сомнения в том, что значительная часть их на северный остров не переходит. Если это трудно утверждать в отношении видов, прослеженных на южном острове вплоть до Маточкина Шара, то зато это более чем вероятно применительно к тем, которые найдены лишь в более южных частях его.[3]

Постепенное обеднение флоры в северном направлении поэтому отчетливо отражается соотношениями между флорами обоих остро-

[1] Этот вид обычно приводится под названием *T. glabrum* (Turcz) D C. Последний, как недавно выяснил Б. К. Шишкин, резко отличается от арктических растений своими лиловыми цветами. В виду этого я и пользуюсь названием *T. rundricolum*, как заведомо относящихся к форме, с которой мы имеем дело.

[2] Колебание в зависимости от нахождения *Draba* Kjellmani (ср. примечание на стр. 153).

[3] Сюда относятся как виды, встреченные только к югу от 72° с. ш., так и многие из прослеженных севернее этой параллели, но находящие предел своего распространения, не достигнув Маточкина Шара (напр., в районе залива Моллера, Безымянной губы и пр.).

вов Новой Земли. В пределах тех сведений, которые фиксированы нашей таблицей, оно еще более отчетливо обрисовывается данными о распространении растений в пределах северного острова, где из общего числа видов 166—167 лишь 78 (меньше половины) переходят на север через 75-ю параллель.[1] Следовательно, обеднение флоры в северном направлении выражено в пределах южной половины северного острова с особенной резкостью. Вглядываясь в наш список, мы легко можем убедиться, что и на южном острове данный процесс выражен достаточно явственно, ибо из свойственных ему 202—203 видов 13 встречаются только южнее 72° с. ш. Цифра эта не может быть, однако, не признана весьма низкой, а сопоставление итоговых цифр по принятым нами районам показывает, что количество видов, найденных на северо-западе южного острова и не встреченных южнее 72-й параллели, полностью компенсирует эту убыль. Создается впечатление, что и крайний юг южного острова испытывает в флористическом отношении некоторое обеднение. Данное положение, однако, легко объясняется тем, что по своей изученности южный район стоит ниже северо-западного, флора которого выявлена несомненно особенно полно. Но само положение, что в пределах южного острова обеднение флоры с юга на север протекает замедленно, от этого не теряет силы.

Различия между флорами восточной и западной сторон южного острова фиксируются нашим списком лишь с большой натяжкой. Итоговая цифра для северо-восточной части южного острова (90 видов) иллюстрирует по существу лишь крайне недостаточную изученность ее и не позволяет сделать никаких выводов в смысле оценки богатства флоры района. При недостаточности сведений, значительный удельный вес имеют лишь положительные элементы характеристики флоры; в связи с этим небезынтересно отметить, что в данном районе мы встречаемся с несколькими видами, не найденными на северо-западе южного острова, причем один из них (*Draba macrocarpa*) пока вообще найден на Новой Земле только в этом районе.

---

[1] Нелишне также отметить, что севернее 75-й параллели мы не встречаем ни одного вида, который не был бы найден в южной половине северного острова. Процесс обеднения флоры в северном направлении носит здесь, следовательно (что характерно и для флоры высоко-арктического типа), уже вполне односторонний характер.

Соотношение между флорами запада и востока Новой Земли гораздо ярче обрисовывается на северном острове, в южной половине которого мы имеем удовлетворительно изученные участки близ обоих его побережий. Рассматривая соответствующие цифры, мы убеждаемся, что западное побережье обнаруживает в одинаковых широтах несколько большее богатство флоры, чем восточное (148 видов против 141), что не лишено вероятия и применительно к южному острову. Но обогащенность флоры западного побережья северного острова по сравнению с восточным отнюдь не является односторонней, что и находит отражение в том, что из общего количества встречающихся на северном острове видов (166—167) богатейшая в флористическом отношении юго-западная часть его обладает лишь 148. Относительное богатство флоры этой части острова определяется наибольшим развитием в его пределах элементов, распространенных преимущественно на южном острове и лишь едва проникающих на северный (напр. *Salix rotundifolia, Carex rariflora, C. parallela, Arenaria ciliata, Rubus chamaemorus, Pachypleurum alpinum, Pedicularis lapponica*). За счет гораздо большего проникновения их в юго-западную часть северного острова, чем в юго-восточную, и создается количественный перевес флоры первой над флорой последней части. Количество видов, свойственных в основном южному острову, но переходящих через Маточкин Шар лишь в восточной его части, очень невелико (таковы, например, *Ranunculus Pallasii, Betula nana, Vaccinium uliginosum, Androsace triflora*). Зато соотношение между флорами юго-западной и юго-восточной частей северного острова несколько уравновешивается наличием в пределах последней некоторых видов, общих с крайним северным районом (*Poa abbreviata, Cerastium hyperboreum*) или встреченных пока только на востоке Новой Земли (напр., *Minuartia macrocarpa, Erysimum Pallasii, Lagotis Stelleri*), иногда — только в данном районе. Благодаря этому, несколько более бедная флора юго-восточной части оказывается по существу более самобытной по своему составу, чем флора юго-западного района, производящая в очень значительной степени впечатление лишь заметно обедненной флоры южного острова.

Что касается до распространения отдельных видов растений в пределах Новой Земли, кроме тех черт, которые фиксированы уже нашим порайонным списком, то проследить его в деталях не всегда представляется возможным, так как для очень многих видов,

даже широко распространенных на Новой Земле, мы располагаем сейчас еще очень незначительным количеством известных местонахождений. Как правило, лишь более обычные, а особенно наиболее бросающиеся в глаза виды зафиксированы для достаточно большого количества пунктов.

Довольно значительная часть видов флоры может рассматриваться как населяющая Новую Землю во всех ее частях, или по меньшей мере встречающаяся почти везде, где возможно вообще существование высших растений. Таковы, например, *Saxifraga caespitosa*, *S. oppositifolia*, *Papaver radicatum polara*, *Cochlearia groenlandica*. Однако, в силу обедненности наиболее северных частей Новой Земли в флористическом отношении, не малая доля видов, вообще найденных к северу от 75-й параллели, едва ли будет принадлежать к этой группе, имея полярную границу распространения где-либо в пределах северной половины северного острова.

Значительно большая доля всего состава флоры вообще не проникает, как мы видели, к северу от 75° с. ш. Из тех относящихся сюда видов, которые вообще заходят на северный остров, большинство имеет в средних широтах Новой Земли отчетливо выраженный северо-восточный предел распространения. Нередко достигая у западного побережья почти 75° с. ш. (например — встречаясь у Машигиной губы), такие виды на восточном побережье едва переходят через Маточкин Шар, да и то притом не всегда в непосредственной близости к Карскому морю. Таковы, например, *Hedysarum obscurum*, *Campanula uniflora*, *Thalictrum alpinum* и пр. Другие виды, распространяясь на юго-западе северного острова в более узких пределах, на востоке Новой Земли вовсе не достигают Маточкина Шара, видимо, находя здесь предел своего распространения где-либо на Карском побережье южного острова.[1] Таковы, например, *Matricaria grandiflora*, *Salix rotundifolia* и т. п. Значительно реже виды, расселенные более или менее широко на южном острове, заходят на северный остров лишь на востоке его, но в таком случае полярный предел их распространения проходит почти в широтном направлении (например, *Ranunculus Pallasii*), ибо сколько нибудь далеко от Маточкина Шара они не идут и на востоке, а на западе Новой Земли обычно встречаются на самом севере южного острова.

[1] Документальная фиксация этого возможна лишь в резком меньшинстве случаев, так как собственно восточный берег южного острова (к югу от входного мыса в Маточкин Шар) почти не изучен в флористическом отношении.

Лишь очень редко можно отметить случаи более значительного продвижения на север вдоль Карского побережья видов, проникающих вообще в более высокие широты (*Wahlbergella affinis*).

На южном острове полярные пределы распространения отдельных видов, весьма вероятно, носят те же черты, что и на северном, т. е. лежат на западном побережье несколько севернее, чем на восточном, но в силу указанной уже причины мы можем высказаться об этом лишь предположительно. По мере продвижения от Маточкина Шара к югу, мы последовательно встречаем большое количество видов, не попадающихся севернее (*Pedicularis Oederi, Campanula rotundifolia* и др.). Часть их прослеживается затем до крайнего юга Новой Земли, продвигаясь куда, мы встречаем все больше и больше чуждых северному острову форм, отчасти ограниченных в своем распространении лишь наиболее южными частями Новой Земли (напр., *Salix myrsinites, Senecio resedifolius, Castilleja pallida*). Но порядочная доля видов, встречаемых нами в районе залива Моллера (*Cassiope hypnoides, Empetrum nigrum, Plantago Schrenckii*, и др.), пока на самом юге Новой Земли не найдена, очень возможно по причине недостаточной его изученности.

В противовес всем рассмотренным группам, очень немногие виды обнаруживают преимущественную связанность с севером Новой Земли. Так, встреченная во многих местах на крайнем севере *Poa abbreviata* спускается на юг только до Маточкина Шара, и то лишь вдоль Карского побережья; более редкий, судя по наличным данным, *Cerastium hyperboreum* обнаруживает сходные черты распространения. Но такие виды вообще представляют явление исключительное. Другая группа видов, не найденных нигде по западному берегу Новой Земли, определенно тяготеет к Карскому побережью; из них лучше известно распространение *Erysimum Pallasii*, с которым, видимо, можно сблизить в географическом отношении *Minuartia macrocarpa*, *Draba macrocarpa, Sieversia glacialis, Lagotis Stelleri*. Правда, следует оговориться, что о распространении этих четырех видов на Новой Земле нам известно еще слишком мало.

Намечая основные линии распространения растений в пределах Новой Земли, мы до сих пор совершенно не затрагивали вопроса о распространении свойственных ей видов за ее пределами, без учета чего совершенно немыслима правильная оценка природы

флоры. На эту сторону вопроса нам теперь и надлежит направить внимание.

Как и следует ожидать для ограниченной по протяжению части Арктической области, мы встречаемся на Новой Земле лишь с минимально развитым эндемизомом. Пока мы знаем с Новой Земли только три эндемичных вида рода *Taraxacum*: *T. novae-zemliae*, *T. platylepium* и неописанный новый вид, близкий к *T. hyparcticum*. Первый и последний из этих видов известны пока каждый только из одного пункта и вообще мало изучены; лишь *T. platylepium* можно признать видом известным удовлетворительно и, судя по всему, нет основания для сомнений в том, что он действительно является новоземельским эндемом. По своему распространению в пределах Новой Земли он никаких специфических особенностей не обнаруживает и сходен с большой массой широко распространенных на ней видов самой различной природы в смысле распространения вне Новой Земли. Другие два вида, при имеющей место скудности данных о них, едва ли могут быть пока использованы для порайонной характеристики Новой Земли. К эндемичным видам можно добавить эндемичную расу *Papaver lapponicum* — ssp. *dasycarpum*, принадлежащую к циклу форм, обнаруживающему тенденцию к чрезвычайно быстрому обособлению локальных рас, в каковом отношении северные *Papaver* не лишены сходства с родом *Taraxacum*, произведшим эндемичные виды новоземельской флоры.[1]

Своеобразной чертой распространения новоземельской расы *Papaver lapponicum* является, как кажется, приуроченность ее к средним широтам Новой Земли,[2] где ее относительно чаще находили у восточного побережья.

Среди неэндемичных видов значительное большинство пользуется весьма широким распространением, являясь либо циркум-

---

[1] Природа быстрого формообразования у этих родов, правда, глубоко различна. Если у *Taraxacum* основным фактором является легкость выделения апогамных видов, то у *Papaver* дело, вероятно, сводится к значительной амплитуде наследственных вариаций, дающих быстрый эффект расообразования при наличии элемента географического обособления.

[2] Ни севернее 75-й параллели (что и не удивительно, если принять во внимание умеренно-арктическую природу *P. lapponicum*), ни южнее 72-й *P. dasycarpum* пока не встречен, хотя материалы по новоземельским *Papaver* достаточно обильны, а заметность представителей рода делает менее вероятным, чем применительно ко многим другим растениям, случайный пропуск их, в частности и при любительских сборах.

полярными, либо, по меньшей мере, „широко расселенными" в арктической Евразии как к востоку, так и к западу от Новой Земли. Распространение этих видов в пределах ее, как правило, никаких самобытных особенностей не обнаруживает: в зависимости от зональной природы каждого данного вида, мы встречаем в распространении представителей этой обширной группы и виды, расселенные по всей Новой Земле (*Poa arctica, Luzula confusa, Cochlearia groenlandica, Saxifraga caespitosa, S. cornua, S. oppositifolia, Dryas octopetala* и т. п.), находящие полярный предел распространения в средних ее частях севернее или южнее Маточкина Шара (*Carex maretima, C. rupestris, Salix lanata, S. rotundifolia, Ranunculus borealis, Potentilla alpestris, Astragalus umbellatus, Vaccinium vitis-idaea, Pedicularis sudetica* — или, наконец, ограниченные в своем распространении крайним югом ее (*Carex rotundata, Salix myrsinites, Castilleja pallida* и пр.). Из видов, имеющих предел распространения в средних широтах Новой Земли, большинству свойственно характерное вообще для основной массы новоземельских растений более значительное продвижение на север вдоль западного берега, нежели вдоль Карского.

Значительно менее многочисленны виды, широко распространенные на материке восточнее Новой Земли, точнее — к востоку от Югорского Шара и Полярного Урала, но не встречающиеся к западу от них. В основной части они ничем не отличаются по своему распространению на самой Новой Земле от циркумполярных видов и также обнаруживают ту же зависимость полярного предела распространения от чисто-зональной природы каждого вида в отдельности. Сюда относятся — *Hierochloa pauciflora, Pleuropogon Sabinii, Ranunculus affinis, Potentilla emarginata, Epilobium arcticum, Androsace triflora, Senecio frigidus* и др. Своеобразно для этой группы лишь то обстоятельство, что отдельные виды (в частности *Senecio frigidus* и *S. resedifolius*) ограничены на Новой Земле крайним югом, в то время, как, судя по распространению их на материке, климатический предел их распространения должен лежать много севернее.[1]

Сходны по своему распространению на Новой Земле с циркумполярными видами и представители еще менее многочислен-

[1] Эта особенность еще более обращает на себя внимание, если учесть, что на о-ве Вайгаче встречается еще несколько сходно распространенных видов (напр., *Lloydia serotina*), вовсе не встреченных на Новой Земле, в то время как в Сибири они распространяются очень далеко на север.

ной группы, объединяющей виды, общие с арктической Европой, но чуждые основной части арктической Сибири и находящие восточный предел своего распространения у восточных склонов Полярного Урала, или немного дальше, а то и не доходящие до главного Уральского хребта. Таковы, например, *Silene acaulis*, *Cerastium alpinum*, *Saxifraga aizoides*.

Более своеобразные черты распространения обнаруживают представители двух других, малочисленных групп. С одной стороны это — растения общие Новой Земле со Шпицбергеном и Землей Франца-Иосифа (а также с Гренландией), но либо вовсе отсутствующие на материке Евразии, либо не свойственные по меньшей мере ближайшим к Новой Земле частям его. Наиболее характерны для этой группы *Poa abbreviata*, *Cerastium hyperboreum*, *Chrysosplenium tetrandrum* и *Potentilla pulchella*. Мы видели уже раньше, что два первых из названных видов свойственны только северному острову (а к данной группе можно вообще отнести лишь 6—7 видов), и в этой связи общее распространение их представляется особенно интересным. С другой стороны, мы встречаем на Новой Земле ряд видов, отсутствующих к югу от нее на о-ве Вайгаче и в ближайшей части материка, иногда встречающихся изолированно на Полярном Урале, а в основном распространенных в более восточных частях арктической Сибири. Из них можно назвать *Minuartia macrocarpa*, *Caltha arctica*, *Draba macrocarpa*, *D. oblongata*, *Erysimum Pallasii*, *Sieversia glacialis*, *Taraxacum arcticum*. Из этих видов часть широко распространена на Новой Земле (напр., *Taraxacum arcticum*, *Caltha arctica*), и иногда они переходят и на Шпицберген. Другие не только не встречены на последнем (как и вообще нигде к западу от Новой Земли), но и на Новой Земле более или менее ограничены в своем распространении, встречаясь только у восточного побережья, что и ставит их в исключительное положение.[1]

На базе изложенных данных, мы можем попытаться теперь дать основы флористического районирования Новой Земли. В настоящее время я считаю возможным принять разделение Новой Земли на четыре основных флористических района.

---

[1] К таким видам примыкает и *Lagotis Stelleri*, хотя и прослеженная на материке (с перерывами) на запад вплоть до Канина п-ва, но не встречающаяся ни на Вайгаче, ни на ближайшем к нему участке материка. Другого порядка исключение представляет *Caltha caespitosa*, общая Новой Земле с приенисейской Арктикой, но на самой Новой Земле найденная пока лишь у западного берега.

Первый из них, который мы будем называть южным, примерно совпадает с южным районом нашей таблицы-конспекта флоры. В отношении физико-географической обстановки он характеризуется прежде всего отсутствием гор в узком смысле слова и преобладанием волнистых форм рельефа. Это, равно как и широтное положение района, благоприятствует широкому развитию болотно-тундровых формаций, которые и занимают здесь господствующее положение, наравне с полигональными тундрами приподнятых участков. Нерезкость поднятий и умеренная высота их обусловливают более или менее повсеместное развитие растительности, и противоположность между участками с относительно бедной и относительно богатой растительностью не является сугубо резкой.

В флористическом отношении этот район обнаруживает, наряду с обилием видов, характерных для Новой Земли в целом или в основной ее части, значительное количество гипоарктических видов, общих ему с Вайгачем, но не идущих севернее, и такие типичные арктики, как *Senecio frigidus*, *S. resedifolius*, *Pedicularis Oederi* (идущая, правда, вообще довольно далеко за пределы этого района, но только в нем нормально встречающаяся) придают флоре района некоторый вайгаческий, а вместе с тем — сибирский оттенок.

Провести границу района более точно пока затруднительно. Не говоря о Карском побережье, для которого мы не имеем необходимых для более определенного суждения по этому вопросу данных, это трудно и для западного берега. Вероятно, всю Гусиную Землю можно будет числить еще в южном районе и в таком случае граница его будет выходить к западному берегу Новой Земли у южной части залива Моллера, определенно, однако, оставляя к северу от себя район Малых Кармакул.

Второй район — западный — объединяет смежные части обоих островов Новой Земли, тяготеющие к побережью Баренцова моря. Начиная от южной части залива Моллера, он охватывает весь северо-запад южного острова и юго-запад северного, на север до п-ва Адмиралтейства. Район этот по преимуществу типично-горный. Крупные, крутые возвышенности чередуются в нем с глубокими, резко очерченными впадинами. Значительность высот и крутизна склонов определяют почти полное отсутствие растительной жизни на очень значительной части поверхности района и сосредоточенность более интенсивной раститель-

ности в низинах, часто ограниченной протяженности. Вместе с тем, в этих низинах, благодаря крутизне и часто сомкнутости примыкающих к ним возвышенностей, нередко создаются локально весьма благоприятные для существования растений условия (в частности, в отношении защиты от ветров), чем в некоторой мере уравновешиваются отрицательно, по сравнению с югом Новой Земли, зональные особенности района, а равно в некоторой степени сглаживаются и зонально обусловленные изменения растительного мира в пределах самого района. Только к северу от 74-й параллели ухудшение условий существования растительности становится более резким, благодаря быстро возрастающей степени оледенения суши.

В чисто-флористическом смысле западный район может быть определен, как район, концентрирующий в себе наиболее характерные черты новоземельской флоры. С одной стороны, виды, широко распространенные на Новой Земле, представлены здесь с наибольшей полнотой. Более того, пожалуй даже можно сказать, что те виды, которые мы могли бы включить в список растений, характерных для Новой Земли в о о б щ е, полностью представлены в данном районе. В то же время ни черты частного сходства с Вайгачем, ни относительное обилие форм, сближающих флору с какими либо другими частями Арктики (например, — Шпицбергеном, или более удаленными частями Сибири), не имеют места, и вообще здесь труднее чем где-либо выделить положительные черты, характерные именно для данного района в отдельности. Понятие о характерных чертах флоры западного района практически почти совпадает с понятием о характерных чертах новоземельской флоры в целом; именно характерность его для Новой Земли умаляет элементы частной, районной специфики флоры.

Северная граница района может быть принята примерно совпадающей с 75-й параллелью, т. е. район полностью захватывает область больших фиордов западного побережья и лишь соприкасается с сплошным ледниковым покровом северной части северного острова. Восточную границу пока провести очень трудно, но по тем скудным данным, которыми я располагаю, я склонен сдвинуть ее несколько к востоку от центрального водораздела, и основную часть высокогорной зоны Новой Земли числить в пределах данного района.

Широтно совпадающим с ним является третий — в о с т о ч н ы й район, охватывающий Карское побережье и тяготеющее

к нему пространство на протяжении по меньшей мере от 72° до 74°,5 с. ш. На юге, повидимому, можно будет отнести к нему и часть более южного участка (до широты 71°,5 примерно), для северной стороны также возможно некоторое расширение. На западе граничит с западным районом по точнее пока не фиксированной линии, но скорее ближе к Карскому морю, чем к Баренцову. У Маточкина Шара пограничными пунктами могут быть приняты мыс Снежный и гора Серная.

По своей природе, район — горный, но в основном менее возвышенный, чем западный. Основные поднятия Новой Земли затрагивают его лишь своей восточной окраиной и в основном территория района совпадает с зоной столовых возвышенностей Карского побережья. Уступчатые склоны столовых гор и менее резко ограниченные долины, наряду с обширными плоскими вершинами, обладающими хотя и скудной, но все же заметно развитой растительностью, — таковы характерные элементы обстановки восточного района. В отдельных понижениях и здесь, однако, создаются весьма благоприятные условия в смысле защищенности, но это имеет место по преимуществу лишь вне непосредственной близости к Карскому морю.

Флора района несколько беднее, чем флора западного. Многие из свойственных тому умеренно-арктических форм отсутствуют (или пользуются ограниченным распространением на юге района и пока в связи с этим не выявлены), другие распространены не столь далеко на север. Обратные случаи очень редки. Виды, характерные для высоко-арктических флор, приобретают в связи с этим больший удельный вес. Наряду с растениями, характерными для Новой Земли вообще, здесь встречаются общие с крайним севером ее, но отсутствующие в первых двух районах виды (*Cerastium hyperboreum*, *Poa abbreviata*), общие Новой Земле со Шпицбергеном и Землей Франца-Иосифа; здесь же сосредоточены в основном и элементы, общие Новой Земле с более восточными частями Сибири, представляющие наиболее яркую специфическую черту флоры данного района, в отличие от остальных частей Новой Земли (*Erysimum Pallasii*, *Minuartia macrocarpa* и др.). Таким образом, обладая флорой более бедной, чем таковая западного района, с составом ее, менее характерным для Новой Земли вообще, данный район обнаруживает зато более своеобразное частное — для него в отдельности характерное — сочетание флористических элементов.

Четвертый — с е в е р н ы й — район в основном совпадает с областью сплошного оледенения внутренних частей северного острова. Пригодные для развития растительности участки сосредоточиваются здесь лишь вдоль побережий, в большей или меньшей степени разобщенно друг от друга. Наряду с резко неблагоприятной климатической обстановкой заполнение отрицательных элементов рельефа ледниками сокращает и локально благоприятные сочетания условий существования растительности. Свободными для произрастания растений оказываются чаще участки, как раз мало благоприятные для развития растительности покрова. Значительная часть их остается вовсе незаселенной высшими растениями. К ним относятся по преимуществу значительные по высотам и крутые возвышенности, в то время как районами бо́льшего развития флоры чаще оказываются более или менее плоские пониженные прибрежные участки.

В связи с такой обстановкой, растительный покров повсюду скудный, а во многих случаях даже представление о растительных сообществах становится к нему неприменимым, так как мы имеем дело по существу лишь с отдельными растениями среди незаселенного пространства.

Эти условия находят резкое отражение в общем обеднении состава флоры, слагающейся исключительно из видов, сугубо приспособленных к высоко-арктической обстановке. Видов, свойственных только данному району, не имеется, следовательно самобытность его флоры определяется по отношению к другим районам Новой Земли всецело ее отрицательными чертами — отсутствием большого количества видов, свойственных основной ее части. Следует, вместе с тем, отметить, что виды, чуждые материку Евразии, но общие со Шпицбергеном и Гренландией, здесь представлены достаточно полно; виды, характерные для Карского побережья и связывающие Новую Землю с более удаленными частями Сибирской Арктики, напротив, отсутствуют. Благодаря таким сочетаниям, флора района в целом приобретает некоторые черты повышенного сходства с флорами Шпицбергена и Земли Франца-Иосифа, сохраняя, однако, в отличие от них ряд черт, сближающих ее с другими районами Новой Земли, а через их посредство — с материковой флорой Евразии (присутствие таких видов как *Salix arctica, Astragalus alpinus, Myosotis alpestris* и т. д.).

История развития флоры Новой Земли может считаться выясненной лишь в некоторых крупных чертах. В настоящее время мы можем с большой долей уверенности утверждать, что пережитков до-ледниковой флоры на Новой Земле совершенно не сохранилось, и что вся современная флора ее, следовательно, представляет результат заселения Новой Земли растениями из других областей в геологически весьма недавнее время. Мы не имеем, однако, оснований для трактовки всей флоры Новой Земли как в узком смысле слова после-ледниковой. Не говоря о том, что в пределах самой Новой Земли оледенение продолжается в достаточно значительных масштабах и в настоящее время, и в этом смысле существующая новоземельская флора является современной оледенению, мы можем фиксировать и применительно к обще-европейской хронологии возможность заселения Новой Земли растениями до наступления в строгом смысле после-ледникового времени.

На значительной части протяжения Новой Земли оледенение, после достижения своего максимального развития, непосредственно сменялось наступавшими водами Ледовитого океана, следы присутствия которого (точнее — фаз последовательного отступания после максимального затопления поверхности Новой Земли) особенно рельефно отмечаются древними береговыми линиями, прослеживаемыми во многих местах до уровней выше 200 м над современным уровнем моря. Трансгрессия, оставившая данные следы, является по возрасту межледниковой, и отложения ее во многих областях (в частности на материке Европы) перекрываются моренами последнего большого (вюрмского) оледенения. И на Новой Земле, оледенение которой, возможно, не полностью исчезало в межледниковые эпохи, позднейшее прогрессивное развитие ледников (более или менее совпадающее исторически с вюрмским оледенением) привело в ряде случаев к уничтожению следов, оставленных трансгрессией в рельефе побережий. Перекрытие затоплявшихся участков льдами имело место, однако, далеко не повсеместно, и обширные пространства, подвергавшиеся оледенению при его максимальной фазе, а затем затоплявшиеся морем при наибольшей высоте его уровня, после понижения последнего ни морем, ни позднейшим оледенением более никогда не затрагивались. Тем самым по меньшей мере с момента, следующего за максимумом межлед-

никовой бореальной трансгрессии, на Новой Земле начали создаваться условия, благоприятные для заселения ее растениями и преемственного развития флоры на ней вплоть до настоящего времени.

Нам очень трудно фиксировать, какие именно компоненты современной флоры могли поселиться на Новой Земле именно с того времени. Не подлежит лишь сомнению, что в составе первичной флоры Новой Земли должны были присутствовать прежде всего виды, наименее прихотливые в экологическом отношении, имевшие возможность развиваться в условиях страны, находившейся еще в стадии значительного оледенения (позднейшие фазы деградации которого совпадали во времени с сокращением межледниковой трансгрессии), при заполнении всех более глубоких понижений или ледником, или сменившим его морем, в силу чего не только обще-климатическая, но и чисто-локальная обстановка не могла быть благоприятной для менее приспособленных к высоко-арктическим условиям видов.

Следовательно, виды, ограничивающиеся в своем распространении югом Новой Земли, или проникающие более далеко на север лишь благодаря наличию локально-благоприятных для них условий в глубоких, защищенных долинах, едва-ли могли заселять Новую Землю уже с того времени. Их появлению должна была предшествовать фаза исключительного развития более высоко-арктических по своему существу компонентов теперешней флоры. К этим первичным обитателям Новой Земли, вероятно, относится прежде всего большая или меньшая часть видов, универсально распространенных на Новой Земле. Из видов, распространенных более узко, мы склонны относить сюда формы, тяготеющие к Шпицбергену и Гренландии; причисление их к более древним обитателям Новой Земли связано не только с их высоко-арктическим характером, но и с тем, что область, не подвергавшаяся последнему оледенению (в частности, Карское побережье северного острова), оказывается областью большего расселения их в южном направлении, нежели интенсивнее оледеневшие в более позднее время части Новой Земли. К тому же и проникновение всех этих растений на Новую Землю едва ли мыслимо при современных соотношениях суши и моря. Из растений преимущественно азиатских относительно более древними обитателями Новой Земли должны быть такие,

которые имеются и на Шпицбергене (куда они могли проникнуть едва ли иначе, как через Новую Землю), например — *Parrya nudicaulis, Hierochioa paucioflora*, нежели такие, которые, распространяясь на Новой Земле весьма далеко на север, на Шпицберген не переходят, например — *Astragalus alpinus, Caltha arctica, Myosotis alpestris.*[1] Достаточно древними обитателями Новой Земли должны быть и формы, связывающие ее (в частности, ее Карское побережье) с более восточными частями Сибири, значительная часть которых и в настоящее время обнаруживает приуроченность к не подвергшейся последнему оледенению зоне Карского побережья.[2] И здесь должно быть подчеркнуто, что проникновение этих растений на Новую Землю едва ли могло иметь место при соотношениях суши и моря, совпадающих с теперешними.

В отношении обеих названных групп („северной" и „восточной") несовпадение этого основного элемента обстановки развития их ареалов с современной должно быть подчеркнуто, поскольку именно на основе их изучения мы вынуждены признать, что заселение Новой Земли растениями происходило не только в различные эпохи, но и по различным путям, связывавшим ее с разными частями Арктики. Одним из них, притом несомненно — основным по значению, был путь с юга — через Вайгач, по которому, очевидно, и проникла на Новую Землю основная масса видов, слагающих ее современную флору. Можно думать, однако, что данный путь не является древнейшим, так как в частности при более высоком уровне моря он едва ли мог играть данную роль, хотя наличие пригодных для заселения участков в более северных частях Новой Земли (благодаря большей высоте ее в тех широтах) должно было уже иметь место.

---

[1] Исторически расселение растений первого типа с Новой Земли на Шпицберген могло совпадать с расселением в обратном направлении форм, связывающих Новую Землю со Шпицбергеном и Гренландией (*Poa abbreviata, Potentilla pulchella* и др.). Во всяком случае, объяснение того и другого требует аналогичных предпосылок в смысле возможности флористического обмена между названными участками суши. Напротив, расселение растений типа *Astragalus alpinus* протекало очевидно в обстановке, когда предпосылки такого обмена были уже исключенными.

[2] Нелишне в связи с этим подчеркнуть, что по своему распространению такие виды как *Erysimum Pallasii, Draba macrocarpa, Minuartia macrocarpa* обнаруживают явную свою принадлежность к древним элементам арктической флоры, сохранившим в своем современном распространении некоторые черты, исторически связанные даже с максимальным оледенением Севера.

То, что Вайгач, с сопредельной частью материка, служил как бы фильтром, через который проникали растения на Новую Землю, хорошо иллюстрируется тем, что общие Новой Земле и Вайгачу виды обнаруживают на Новой Земле черты распространения, сводимые полностью к факторам местного значения, независимо от того, распространены ли они (вне Новой Земли) циркумполярно, или преимущественно в более восточных, или преимущественно в более западных областях. Никакой связи между их распространением на востоке и западе Новой Земли и связанностью вообще с более восточными или западными по отношению к ней территориями мы не находим, чем большинство растений новоземельской флоры резко отличается от указывавшихся выше „северной" и „восточной" групп, размещение представителей которых на Новой Земле обнаруживает теснейшую связь с характером их распространения вне ее. Объясняется это положение, очевидно, именно разницей в пути проникновения на Новую Землю видов различных географических групп: во всех случаях, где проникновение совершалось через Вайгач, восточная или западная природа вида „обезличивалась", и расселение его в пределах Новой Земли регулировалось уже всецело внутренними ее особенностями; исторически обусловленной, независимо от местных факторов, оставалась лишь приуроченность очага расселения к югу южного острова, как территории, ближайшей к Вайгачу.

Заселение Новой Земли с юга представляет несомненно процесс длительный, причем уже отмеченные выше различия в расселении новоземельских растений в отношении дальнейшего проникновения на Шпицберген показывают, что обстановка, в которой находилась Новая Земля при проникновении на нее через Вайгач более ранних переселенцев, не совпадала с той, которая установилась ко времени расселения более поздних. Расселение последних должно было усилить на Новой Земле континентальные (специфически евразиатские, или евразиатско-американские, но не гренландские) черты флоры, увеличивая вместе с тем флористические различия между Новой Землей и менее „осибиренным" Шпицбергеном. Пределы распространения на Новой Земле некоторых общих с Вайгачем арктиков (*Senecio frigidus, Pedicularis Oederi* и др.), проникающих в основной (материковой) части своего ареала гораздо дальше на север, позволяют при этом думать, что проникновение части их на Новую Землю совершилось в гео-

логическом смысле очень недавно, в силу чего эти растения еще не поспели достигнуть здесь того предела, дальше которого их распространение одерживалось бы уже климатическими причинами.

Но если, таким образом, можно фиксировать прогрессивный характер некоторых границ ареалов на Новой Земле и, вероятно, продолжение заселения ее с юга (со стороны Вайгача), то вполне резонно можно поставить и вопрос о тех вторичных изменениях отрицательного порядка, которым могли подвергаться ареалы растений, проникших на Новую Землю более или менее давно. Документально фиксировать такие изменения, однако, более чем затруднительно. В частности, фиксация фактов прерывистого распространения в условиях Новой Земли почти немыслима, в виду возможности принять за него прерывистость нахождения того или иного вида, буде мы имеем дело с формой не сугубо обычной. Тем не менее, можно отметить пока отдельные факты, заставляющие предполагать наличие элемента частичной деградации ареалов растений на Новой Земле. Так, среди видов, проникших на Новую Землю, очевидно, через Вайгач и затем расселившихся с Новой Земли на Шпицберген, есть приуроченные вообще к более или менее умеренной климатической обстановке и теперь не идущие на Новой Земле особенно далеко на север (*Ranunculus Pallasii, Hierochloa pauciflora*). В отношении их вполне законно предположение, что в эпоху проникновения их с Новой Земли на Шпицберген они пользовались на Новой Земле более широким чем теперь (в частности более северным) распространением. Изолированные местонахождения таких отнюдь не характерных для Арктики видов как *Rumex acetosella* (у Белушьей губы Маточкина Шара) или *Schievereckia podolica* (у р. Нехватовой, Костин Шар) также заставляют предполагать в них остатки более значительных частей их ареалов, которые могли быть более развиты на Новой Земле (как и более значительное проникновение на север предыдущей группы видов) при условии наличия климатической обстановки, более благоприятной для расселения умеренно-арктических и гипоарктических видов. Поскольку мы имеем при этом дело, очевидно, не с наиболее древними обитателями Новой Земли, ясно, что наличие более умеренной климатической обстановки, чем современная, должно было иметь место в относительно недавнем прошлом. Повидимому, результаты изучения погребенных тор-

фяников района Крестовой губы, свидетельствуя о существовании некоторой более теплой базы в после-ледниковое (в узком смысле слова) время, представляют указание того же порядка.

Не приходится также говорить, что ареалы растений, проникших на Новую Землю до Вюрмского оледенения, не только могли, но и должны были подвергнуться вторичному изменению в результате его. И связанность некоторых растений с территориями, не затронутыми этим оледенением, конечно, может рассматриваться как особенность в той или иной мере (хотя, надо думать, и не полностью) вторичная.

Но надо еще раз подчеркнуть, что детальное уяснение хода процесса заселения Новой Земли и эволюции флоры (и отдельных ее элементов) в ее пределах будет возможно лишь при дальнейшем, на основе более глубокого знания распространения отдельных видов и наличных в отдельных частях Новой Земли реальных совокупностей видов (конкретных флор), подменяемых пока в наших ориентировочных построениях флористическими списками, не лишенными в своем построении (особенно применительно к границам тех или иных районов) элемента произвольности. Детальные флористические изыскания, увязанные с не менее детальным изучением четвертичной геологии Новой Земли, должны дать в будущем немало интересных данных по истории развития растительного мира этой части арктической суши, — истории, обрисовывающейся уже при теперешнем уровне знаний, как довольно сложный и (даже при всех возможных ограничениях) относительно длительный процесс.

ЛИТЕРАТУРА [1]

1. Работы на русском языке

Назаров М. И. — Материалы по флоре Новой Земли. Труды Плов. Мор. Научного института, 11, Москва, 1926.

Палибин И. В. — Ботанические результаты плавания ледокола „Ермак" в Северном Ледовитом Океане. Известия Спб. Ботанич. сада, 1903—06.

Перфильев И. А. — Материалы к флоре островов Новой Земли и Колгуева. Архангельск, 1928.

Толмачев А. И. — К истории флоры Новой Земли и Вайгача. Природа, вып. 3—5, стр. 107—114, 1922.

Толмачев А. И. — О происхождении флоры Вайгача и Новой Земли. Труды Ботанического Музея Ак. наук, в. XXII, стр. 181—205, 1930.

Толмачев А. И. — Материалы для флоры европейских арктических островов. Журнал Росс. Ботанич. общества, № 5—6, стр. 460—472, 1931.

Толмачев А. И. — Материалы для флоры района Полярной геофизической обсерватории Маточкин Шар и сопредельных частей Новой Земли, ч. I. Труды Бот. Музея, в. XXIV, стр. 276—299; ч. II — там же, в. XXV, стр. 101—120, 1932.

Толмачев А. И. и Блументаль И. Х. — Материалы для флоры Новой Земли. Там же, в. XXIII, стр. 197—210, 1931.

2. Работы на иностранных языках

Ekstam O. — Neue Beiträge zur Kenntniss der Gefässpflanzen Nowaja Semlja's. Engler's Bot. Jahrb., XXII, 1896.

Feilden N. W. — The Flowering plants of Novaya Zemlya etc. Journal of Botany, XXXVI, 1898.

Von Heuglin M. T. — Beiträge zur Fauna, Flora und Geologie von Spitzbergen und Nowaja Semlja. Reisen n. d. Nordpolarmeer in d. J. 1870—71. Bd. III. Braunschweig, 1874.

Kjellman F. R. — Die Phanerogamenflora von Nowaja Semlja und Waigatsch. Wiss. Erg. d. Vega-Expedition. Bd. I, 157—187, 1883.

Kjellman F. R. & S. N. Lundström — Phanerogamen von Nowaja Semlja, Waigatsch und Chabarowa. ibid., 140—156.

Lynge B. — Vascular Plants from Novaya Zemlya. Rep. Sc. Res. Norw. Exped. to Novaya Zemlya 1921, № 13. Kristiania, 1923.

Steffen H. — Beiträge zur Flora und Pflanzengeographie von Nowaja Semlja, Waigatsch und Kolguew. Beihefte z. Bot. Zentralblatt. XXIV, Abt. II, 284—361, 1928.

Tolmatschew A. — Kritische Bemerkungen über einige wenig bekannten Blütenpflanzen Nowaja Semlja's. Comptes Rendus de l'Ac. Sc. de L'URSS, 99—102, 1927.

Trautvetter E. R. — Conspectus Florae insularum Nowaja Semlja. Acta Horti Petropolitani, I, 1871.

---

[1] Настоящий перечень включает только главнейшие флористические работы по Новой Земле, в частности, все сводные списки ее флоры. Кроме них, указан ряд новейших работ, не покрывающихся последней капитальной сводкой ее и содержащих важные данные, обосновывающие наш список. Равным образом, приводятся те работы, в которых трактуется проблема истории флоры Новой Земли.

EINE ÜBERSICHT DER FLORA VON NOWAJA SEMLJA

VON A. I. TOLMATSCHEW

ZUSAMMENFASSUNG

Nowaja Semlja gehört zu dem in floristischer Beziehung am besten erforschten Teil der Arktis, wenngleich die Forschungen auch hier nicht vollständig und vor allem sehr ungleichmässig ausgeführt waren. Obwohl an 80 botanischen Kollektionen von Nowaja Semlja vorhanden sind, fehlt uns doch aus vielen Punkten jegliches Material; andrerseits gibt es, z. B. für den Bezirk von Malyje Karmakuly, Sammlungen von etwa 20 Forschern. Im allgemeinen kann die forschungsmässige Erschliessung der Flora von Nowaja Semlja folgendermassen formuliert werden: die Westküste ist bedeutend besser erforscht, als die Ostküste; auf der Strecke von der Bjeluschja-Bucht des Kostin-Schar ($71^1/_2°$ N) bis zum Russischen Hafen ($76^1/_2°$ N) gibt es eine ganze Reihe durchaus genügend erforschter Bezirke, während es auf der Ostseite nur einen einzigen solchen Bezirk, nördlich vom Eingang in den Matotschkin-Schar, gibt; in den mittleren Breiten (72—75°) ist die Flora von Nowaja Semlja im allgemeinen gründlicher erforscht, als im äussersten Süden (nach Süden vom 72°) und im äussersten Norden (vom 75° nach Norden).

Das ergänzte Verzeichnis der Pflanzenwelt von Nowaja Semlja, welches dieser Arbeit beigefügt ist, unterscheidet sich bedeutend von dem Verzeichnis, welches Lynge 1923 gab, und noch mehr von den noch älteren Verzeichnissen. Die Ergänzungen erfolgten auf Grund von bedeutenden Materialen neuester Herkunft und unter Herbeiziehung von unveröffentlichten Materialen älterer Kollektionen (die Sammlungen von Palibin, Pohle, Alm, Hwass, ein Teil der Sammlung von Ekstam u. a.). Die Mehrzahl der Literaturangaben ist vom Verfasser persönlich geprüft worden, zu welchem Zweck beinahe alle vorhandenen Sammlungen der Floravertreter von Nowaja Semlja durchgesehen wurden. Infolgedessen gelang es einige Arten, welche irrtümlich in frühere Verzeichnisse aufgenommen waren, zu streichen.

Die Verteilung der Pflanzen auf Nowaja Semlja ist durch folgende Einteilung der letzteren in 6 Bezirke gekennzeichnet:

I. Die südliche Insel

1. Süden (das Areal umschliesst alles, was südlich vom 72° N gelegen ist).

2. Nordwest (ab 72° N bis zum Matotschkin-Schar und dessen Ostufer bis zum Schneekap; die östliche Grenze läuft vom Schneekap, entlang der Wasserscheide, nach Süden).

3. Nordost (umfasst alles vom 72° N nach Norden, von der Wasserscheide nach Osten und vom Schneekap dem Matotschkin Schar entlang).

II. Die nördliche Insel

4. Südwest (umschliesst das Gelände vom Matotschkin-Schar bis zum 75° N nach Westen von der Wasserscheide; das Nordufer des Matotschkin-Schar nach Osten bis zum Schwefelberg).

5. Südost (nach Osten vom Schwefelberg dem Matotschkin-Schar entlang, nördlich der Wasserscheide; nach Norden hinauf bis zum 75° N).

6. Norden (umschliesst alles, was nördlich vom 75° N gelegen ist).

Aus dem erwähnten Verzeichnis ist deutlich zu ersehen, dass die Flora der südlichen Insel von Nowaja Semlja, welche von 208 Arten im ganzen etwa 202—203 umfasst, im Vergleich zu derjenigen der nördlichen Insel mit nur etwa 166—167 Arten, bedeutend reichhaltiger ist. Auf der Südinsel ist die ganze Flora von Nowaja Semlja beinahe vollzählig vertreten. Wenn man die Veränderung der Zahl der Arten beim Übergang von Süden nach Norden auf jeder Insel für sich verfolgt, so kommt man zu der Folgerung, dass diese Veränderung auf der Südinsel im allgemeinen langsamer verläuft, als auf der Nordinsel, wo sich eine starke Verarmung der Flora, besonders bei dem Übergang zur nördlichen Hälfte, scharf bemerkbar macht (nach Norden vom 75° N findet man nur noch 79 von den 166—167, auf der Nordinsel heimischer Arten).

Der Westen von Nowaja Semlja erweist sich, in den gleichen Breitegraden, als etwas reicher an Flora, als der Osten, was durch das Vordringen vorzugsweise vieler mittelarktischer Arten nach dem Norden längs der Westküste bedingt ist. Genaue Angaben hierüber können aber nicht gemacht werden, da die beiden Küsten nicht gleichmässig erforscht sind.

Ein Teil der auf Nowaja Semlja einheimischer Flora ist hier im vollen Sinne des Wortes wirklich überall vertreten (*Saxifraga caespitosa, Papaver radicatum* u. a.), es gelangen aber durchaus nicht alle Arten welche überhaupt nördlicher als bis zum 75° N vordringen, bis zur äussersten Nordspitze. Die nördlichen Vegetationsgrenzen

derjenigen Pflanzen, welche nicht bis zum 75 Breitegrad gelangen, liegen in verschiedenen Breiten, in der Regel jedoch längs der Westküste etwas nördlicher als längs der Ostküste. Die Anzahl der Arten, welche nur im äussersten Süden von Nowaja Semlja vorkommen, ist gering.

Etwas abgesondert liegen zwei kleine Gruppen, unter welchen einige Arten (z. B. *Poa abbreviata*) fast ausschliesslich dem Norden von Nowaja Semlja angehören, während andere (z. B. *Erysimum pallasii, Minuartia macrocarpa* u. a.) nur an der Küste des Karischen Meeres vorkommen.

Der Endemismus der Flora auf Nowaja Semlja ist sehr gering. Nur eine endemische Art — *Taraxacum platylepium* — ist für die Flora dort charakteristisch; ausser derselben sind als nur von Nowaja Semlja stammend bekannt: *Taraxacum novae zemliae* und eine neue, noch nicht beschriebene *Taraxacum*-Art, welche dem *T. hyparcticum* nahesteht. Endemisch ist hier auch eine örtliche Art von *Papaver lapponicum — P. l. dasycarpum.*

Das Studium der Areale sämtlicher Arten der Flora von Nowaja Semlja, wie im Bereiche dieser Inseln, so auch darüber hinaus, gestattet die Begründung einer nach floristischen Merkmalen erfolgten Einteilung in eine Reihe entsprechender Bezirke. Der erste dieser Bezirke, der südliche, umfasst den äussersten Süden der südlichen Insel, die Gegend um den Kostin-Schar herum und vielleicht noch das ganze Gänseland. Neben einer Menge von Arten, welche weit auf Nowaja Semlja verbreitet sind, findet man hier eine Reihe solcher Formen, welche auf eine Annäherung mit der Flora von Waigatsch und dem nordwestlichen Sibirien hinweisen (*Salix myrsinites, Senecio frigidus* u. a.). Der westliche Rayon umfasst die Westküste beider Inseln vom südlichen Teil der Moller-Bay im Süden bis hinauf zu der Admiralitäts-Halbinsel im Norden. Die Ostgrenze des Rayons ist nicht ganz exakt definiert, doch kann sie längs dem Matotschkin-Schar, über das Schneeckap und den Schwefelberg, folglich etwas näher dem Karischen als dem Barents-Meer gezogen werden. Dem Bestande der Flora nach ist dieser Rayon für Nowaja Semlja am bezeichnendsten. Alle für Nowaja Semlja charakteristischen Arten sind hier vertreten. Andererseits tritt er durch keine irgendwie besondere Gruppe von Arten hervor, welche im Vergleich zu anderen Rayons bezeichnend wäre. Der östliche Rayon schliesst die Küste des Karischen Meeres vom $71^1/_2°$ N bis $74^1/_2°$ N ein und ist in floristischer Beziehung ärmer, als der westliche Rayon, besitzt

aber Arten, welche auf Nowaja Semlja nur ihm eigen sind (*Erysimum pallasii* u. a.). Der nördliche Rayon, endlich, welcher sämtliches Gelände nach Norden vom 75° N. umschliesst, zeichnet sich überhaupt durch eine sehr arme Flora aus, besitzt aber verhältnismässig viele Arten, welche für Nowaja Semlja, Spitzbergen und Franz-Joseph Land allgemein sind.

Was nun die Herkunft der Flora von Nowaja Semlja betrifft, so kann man z. Z. als festgestellt betrachten, dass Überreste der Flora aus vorglazialer Zeit hier nicht erhalten blieben. Man kann aber die Flora von Nowaja Semlja ihrem Alter nach auch nicht streng den nachglazialen Zeiten zuschreiben. Es darf wohl angenommen werden, dass mindestens während der der Würmschen Vereisung vorangegangenen Epoche Nowaja Semlja teilweise schon Vegetation besass und dass seither die Entwicklung der Flora, wenigstens stellenweise (z. B. in den mittleren Breitegraden der Karischen Küste), ganz successive bis heute vor sich ging. Die Mehrzahl der Pflanzen der heutigen Flora von Nowaja Semlja ist jedoch offenbar schon nach der Würmschen Vereisungsperiode dorthin gelangt. Ein Teil der heute hier einheimischen Pflanzenwelt befindet sich eben im Prozess der Verpflanzung nach Norden, während ein anderer Teil Anzeichen einer teilweisen Degradation ihrer Areale aufweist.

ЗАМЕТКА О ФАУНЕ РУЧЕЙНИКОВ (TRICHOPTERA) АНАДЫРСКОГО И ЧУКОТСКОГО КРАЯ И ЕЕ ОБРАЗОВАНИИ

А. В. МАРТЫНОВ

Ручейники Анадырского края и Чукотского п-ва, как и вся энтомофауна вообще, нам еще очень плохо известны. Что касается ручейников (*Trichoptera*), то из Анадырского края нам было известно до сих пор[1] только пять видов, — *Colpotaulius incisus* Curt., *Grammotaulius signatipennis* Mc Lach, *Limnophilus borealis* Zett., *Chilostigma praeteritum* Mc Lach и *Apatania crymophila* Mc Lach.

Все эти формы были добыты в окрестностях села Маркова (*Ch. praeteritum* — в устьях р. Таньюрера). С Чукотского п-ва ручейники были вовсе неизвестны, но в коллекциях Зоологического института Академии наук СССР имеется один экземпляр *Grammotaulius signatipennis* Mc Lach, доставленный С. А. Бутурлиным из окрестностей „Едома" 23 августа 1905 г.

В 1931 и 1932 гг. на Анадыре, а затем и в Чукотском крае работали сотрудники экспедиции Арктического института Л. А. и Л. К. Портенко и им удалось собрать до 18 видов ручейников в Анадырском и 4 видов в Чукотском крае, что уже до известной степени характеризует фауну этого края. За предоставление мне для обработки этого интересного материала приношу Л. А. Портенко глубокую благодарность.

ОБЗОР РУЧЕЙНИКОВ АНАДЫРСКОГО КРАЯ

Семейство Limnophilidae

1. *Apatania crymophila* Mc Lach

Martynov, Ann. Mus. Zool. Acad, Sci. XIX, 1914, p. (Markowo, Fluss Anadyr).

♂, 4 ♀. Марково, верхнее течение р. Анадырь. 20—26 июня 1932 г. Л. К. Портенко. ♂, 4 ♀. От Луковой протоки до

[1] А. Мартынов — *Trichoptera* Сибири etc., ч. IV Ежег. Зоол. муз. Акад. наук, XIX, (1914—1915).

Нерпичьей Кошки. 15—22 июля 1932 г. Чисто сибирский вид, на западе доходящий до северных областей Европы, но распространенный преимущественно в Восточной Сибири. С Камчатки неизвестен.

2. *Dicosmoecus palatus* Mc Lach

♂. Река Анадырь. 23 июля—1 августа 1932 года Л. К. Портенко.

Северо-сибирский вид, на западе заходящий в пределы Архангельского края, а затем и на Алтай.

3. *Asynarchus icontumax* Mc Lach

♂. Устье р. Таньюрера, нижнее течение Анадыря 22 августа 1932 г.

♂, ♀. От Луковой протоки до Нерпичьей Кошки, нижнее течение Анадыря 15 июля 1932 г. Л. К. Портенко.

Также северо-сибирский вид, хотя заходит на западе до Северной Скандинавии и Финляндии.

4. *Asynarchus iteratus* Mc Lach

2 ♂. Устье р. Таньюрера 3—19 августа 1931 г. Л. К. Портенко. Сибирский вид, заходящий на западе до Северной Скандинавии, на юге до Хангая.

5. *Asynarchus lapponicus* Zett. (fusorius Mc Lach)

♀. Устье р. Таньюрера 3—7 августа 1931 г. Л. К. Портенко.

♀. Среднее и нижнее течение Анадыря. 15—22 июля 1932 г. Л. К. Портенко. Сибирский вид, доходящий на западе до Норвегии и Швеции.

6. *Drammotaulius signatipennis* Mc Lach.

Мартынов, Ежегодн. Зоол. муз. Академии наук XIX, стр. 205 (Анадырь, Марково), 1914.

♀ Устье р. Таньюрера 7—19 августа 1931 г.

♂, ♀ Анадырь, 23 июля—1 августа 1932 г. Л. К. Портенко. Сибирь, Северные европейские части СССР, Финляндия, Норвегия, Швеция. Я видел один экземпляр этого вида (♀) с р. Камчатки (7 августа 1930 г. Перелешина).

7. *Limnophilus borealis borealis* Zett.

Мартынов, Ежегодн. Зоол. музея Академии наук, XIX, стр. 180. (Марково), 1914.

♀. Устье р. Таньюрера, нижнее течение Анадыря 3—7 августа 1931 г. Л. К. Портенко. Экземпляр небольшой, с довольно бледной окраской крыльев, тем не менее он должен быть отнесен к типичной форме, уже известной с Анадыря, а не к камчатской форме *mutabilis* Mart.

Северная Сибирь, Финляндия, Скандинавия, Шотландия, Северо-западные европейские части СССР.

8. *Limnophilus nigriceps* Zett.

2 ♂, ♀. Озеро Красное, Анадырский край 25—27 августа 1931 г.

♂, ♀. Устье р. Таньюрера 29 августа 1931 г. Л. К. Портенко.

Сборы представлены мелкими экземплярами. Известен из Камчатки, Западной Сибири, Туркестана, Северной и Средней Европы. Европейско-сибирская форма крупнее.

9. *Limnophilus trimaculatus* Zett.

♂. Устье р. Таньюрера 29 августа 1931 г. Л. К. Портенко.

Сахалин, Амурский край, Северная Сибирь, Скандинавия. Лапландия, Финляндия, п-ов Ямал.

10. *Limnophilus despectus* Walk

♀. Устье р. Таньюрера 19—28 августа 1931 г. Л. К. Портенко. Вид известен из Камчатки, Сахалина, Амурского края, Канады, Северной и Средней (Альпы, Саксония) Европы.

11. *Limnophilus picturatus* Mc Lach

♀. Устье р. Таньюрера 3—7 августа 1931 г. Л. К. Портенко. Камчатка, Амурский край, Сахалин, Западная и Восточная Сибирь, Северо-западная европейская часть СССР, Финляндия, Скандинавия, Латвия, Исландия.

12. *Limnophilus stigma* Curt.

♂, ♀. Устье р. Таньюрера 7—19 августа, 19—28 августа 1931 г. Л. К. Портенко.

Нижнее течение Анадыря от Луковой протоки до Нерпичьей Кошки. 15—22 июля 1932 г. Л. К. Портенко.

Широко распространенный вид: Европа, Кавказ, Сибирь, Амурский край, Камчатка.

13. *Limnophilus anadyrensis,* n. sp. (рис. 1—3)

2 ♂. Среднее и нижнее течение Анадыря. 15—22 июля 1932 г. Л. К. Портенко.

Голова бурая, покрытая редкими буроватыми и желтоватыми волосками; задние бородавки несут бледно-серовато-желтоватые волоски. Усики буровато-желтоватые, в основной части с бледными кольцами; основной членик черновато-буроватый: спереди основания усиков отделены поперечными беловатыми полосками. Щупики желтоватые. Грудь бурая, ноги желтые с бурыми ляжками. Передние крылья желтовато-буроватые, с неясными расплывчатыми округлыми бледными включениями, у другого экземпляра незаметными; дорзальная половина крыла несколько темнее; короткое окошечное светлое пятно ограничено дистально большим буроватым пятном с бледными включениями; бледное анастомозальное пространство широкое, но между RS_3 и M_2 — неправильное буроватое разорванное пятно; апикальная часть, назад от RS_3, буроватая, со включениями; начало 6-й апикальной ячеи беловатое. Жилки бурые; дискоидальная ячея очень длинная, 4-я ячея вдвое уже 2-й; задние крылья бледные, без щеточки спереди, дискоидальная ячея также длинная. Брюшко бурое. ♂ 8-й тергит с небольшим срединным выступом, покрытым черными шипиками. 9-й сегмент образует очень широкие боковые отделы, но спинная часть его очень узка, в виде вертикальной поперечной пластинки. Преанальные придатки сверху очень широки, поперечны и почти соприкасаются посредине; задние края их сильно вогнуты и обрамлены более темной поперечной полоской, несущей короткие волоски. Сбоку видны лишь наружные отделы верхних придатков; они имеют вид небольших неправильных лопастей с округлыми выступами сзади; задне-нижние отделы затем загибаются внутрь. Внутренние придатки в виде двух длинных и узких темных пластинок, серпообразно загнутых кверху, а к концам и наружу. Нижние придатки (свободные их части) сбоку очень коротки, но широки и почти треугольны, с слегка оттянутой задней лопастью; снизу они имеют вид двух пальцевидных придатков, сидящих на двух больших и широких лопастях, ратделенных почти до основания широкой срединной выемкой; лопасти эти предста-

вляют собою части 9-го сегмента, с которыми слились основные членики нижних придатков. Penis тонкий, слегка загибающийся кверху; титилляторы в виде двух подобных ему желтоватых придат-

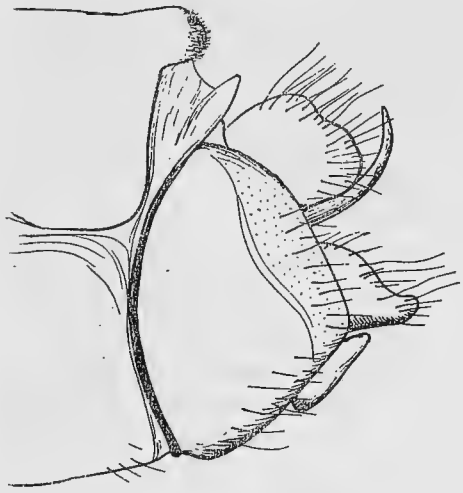


Рис. 1.

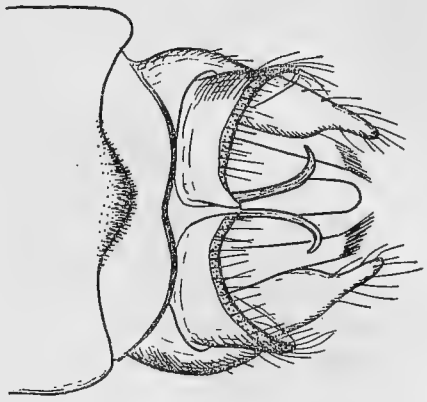


Рис. 2.

ков с черными шипами на концах. Длина тела 10 мм. *L. anadyrensis* n. sp. по устройству genitalia напоминает с одной стороны *L. stigma* Curt., с другой—*L. rhombicus L.*, но ясно отличается от того и другого вида и является вполне самостоятельным видом. В жилковании крыльев следует отметить очень длинную дискоидальную ячею.

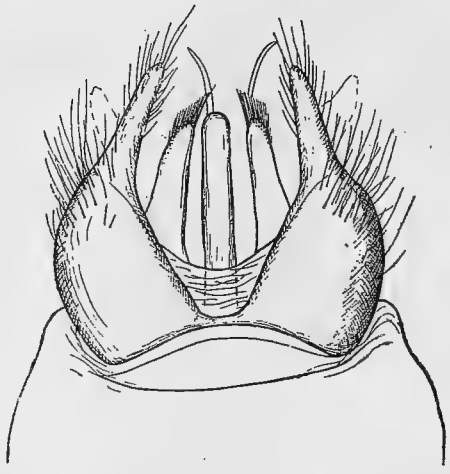


Рис. 3.

14. *Colpotaulius incisus* Curt.

Мартынов, Ежегодн. Зоол. музея Академ. наук, XIX (Марково), 1914.

В сборах Портенко этого вида не оказалось.

C. incisus — широко распространенный вид и известен из северной и средней Европы, из Кавказа, Туркестана, Сибири и Камчатки.

15. *Chilostigma praeteritum* Mc. Lach

Мартынов, Ежег. Зоол. музея Академии наук, стр. 253, 1914 (Устье Таньюрера). Этого вида в настоящем сборе нет. Северо-сибирский вид, заходящий и на полярный Урал. Известен еще из Канады.

Семейство Phryganeidae

16. *Agrypnia obsoleta* Hag.

Озеро Красное, Анадырского края 25—27 июля 1931, Л. К. Портенко. Я не могу быть вполне уверенным в этом определении, так как конец брюшка попорчен; судя по жилкованию, это, по всей вероятности, *A. obsoleta*. Вид этот широко распространен в Северной и Средней Европе, на возвышенных озерах Кавказа, в западной Сибири и встречается и в восточной, но не часто.

Семейство Leptoceridae

17. *Leptocerus nigronervosus* Retz.

2 ♂, 10 ♀. Среднее и нижнее течение Анадыря; от Луковой протоки до Нерпичьей Кошки. 15—22 июля 1932 г. Л. К. Портенко. 2 ♀. Анадырь. 23 июля—1 августа 1932 г. Л. К. Портенко. Европа, средняя и северная области европ. части СССР. Зап. Сибирь, Амурский край.

18. *Leptocerus annulicornis* Steph.

♂, 3 ♀. Среднее и нижнее течение Анадыря, от Луковой протоки до Нерпичьей Кошки. 12—21 июля 1932 г. Л. К. Портенко. Европа, Северо-западная часть СССР, западная и центральная Сибирь, Амурский край.

Семейство Polycentropidae

19. *Neureclipsis bimaculata* L.

11 ♂, 10. ♀. От Луковой протоки до Нерпичьей Кошки. 15—22 июля 1932 г., Л. К. Портенко.

Самки крупные, но с бледными крыльями, самцы мельче. *N. bimaculata* широко распространена по Европе, Средней Азии и Сибири; известна и с Камчатки.

Семейство Hydropsychidae

20. *Hydropsyche nevae* Kol.

8 ♂, 4 ♀. От Луковой протоки до Нерпичьей Кошки. 15—22 июля 1932 г., Л. К. Портенко.

Этот вид широко распространен в Сибири, в северных европейских частях СССР, в Финляндии и Скандинавии.

РУЧЕЙНИКИ ЧУКОТСКОГО ПОЛУОСТРОВА

1. *Astratus samoëdus* Mc Lach

3 ♀. Среднее течение р. Уттэ-Уэем, 2 июля 1934., Л. К. Портенко. Усики почти бурые, с бледными кольцами; тело бурое, щупики темные, ноги грязно-желтоватые. Передние крылья сероватые, жилки буроватые, перерванные. Длина тела 8 мм. Структура конца брюшка обыкновенная, средняя лопасть субгенитальной пластинки значительно длиннее боковых.

Этот вид был известен из северо-западной Сибири и п-ва Ямала; нахождение его на Чукотском п-ве представляет значительный интерес.

2. *Grammotaulius signatipennis* Mc Lach

♀. Чукотский п-ов. Земля Гекка 3 августа 1933 г. (окрестности „Едомы". 23 августа 1905 г.)

3. *Chilostigma praeteritum* Mc. Lach

8 ♀. Уэлен. 15 июня 1934 г., Л. К. Портенко.

♀. Инчаун. 21 мая 1934 г., Л. К. Портенко.

Повидимому, этот вид там довольно обыкновенен.

4. *Micrasema gelidum* Mc Lach

Уэлен. 15 июня 1934 г. Л. К. Портенко.

Повидимому, экземпляр относится к этому виду; верхние придатки у него разделены до основания, части 10-го сегмента палочковидные и расходятся слегка в стороны.

Финляндия, Лапландия, Сев. Скандинавия, Олонецкий край, северо-западная Сибирь.

ОБЩИЕ ВЫВОДЫ

Так как фауна Чукотского края отличается от Анадырской, вероятно, лишь большей бедностью и известна нам пока только по четырем видам, я объединяю их в общий анадырский список, заключающий всего 22 вида. Действительное количество водящихся здесь видов ручейников должно быть больше, но вряд ли на много, так как, например, из соседней Камчатки, фауна ручейников которой обследована теперь довольно удовлетворительно (хотя, несомненно, еще не полно), известно всего 34 вида.[1]

Попробуем кратко отметить характерные черты этой фауны и сравним ее затем с фауной Камчатки.

Как уже можно убедиться из картины распределения отдельных видов, найденных на Анадыре и Чукотке, фауна этого края носит чисто сибирский и даже северно-сибирский облик. Это особенно ясно из нахождения здесь следующих видов:

Apatania crymaphila, Dicosmoecus palatus, трех типичных видов рода *Asynarchus, Limnophilus borealis borealis, L. trimaculatus, L. picturatus, Chilostigma praeteritum.*

Это все сибирские виды, в Европе известные лишь из северных областей. *Astratus samoëdus* был известен ранее лишь из северных частей западной Сибири, и нахождение его теперь на Чукотском п-ве очень интересно. Другие виды известны и из Сибири, и из Европы (не только северной, но также и средней, а частью и южной), и поэтому менее характерны. Наконец *Limno-*

---

[1] Martynov, A Trichoptera of the Kamtschatka Expedition. Revue Russe d'Eutom. 13. 1913, (1914), pp. 476—481. fig. I.

Мартынов, А. В. Trichoptera Камчатки по сборам экспедиции Ф. Рябушинского 1908—1909 г. Ежег. Зоол. Муз. Акад. наук СССР, стр. 10—26, таб. 2, рис. 1—9, 1925 г.

Ulmer, G. Entomologische Ergebnisse der schwedischen Kamtschatka Expedition 1920—1922. Trichopteren und Ephemeropteren. Arkiv för Zoologi, B. 19 A, № 2, pp. 1—17. 1927 г.

Ульмер перечисляет в своей сводке 33 вида, но его *Praecosmoecus malaisei* есть лишь синоним *Praecosmoecus kamtschaticus* Mart. Позже я имел случай обработать сбор ручейников, сделанный на Камчатке Перелешиной в 1930 г. (в июле — августе). Там обнаружены те же виды, но один экземпляр самки оказался принадлежащим виду *Grammataulius signatipennis* Mc Lach, до того не известному с Камчатки. Ульмер указал отсюда *Gram. sibiricus.*

Далее, там обнаружен один экземпляр *Apatania crymophila* Mc Lach, так что всего с Камчатки известно пока 34 вида.

hilus anadyrensis оказался новым видом, но сказать наперед, что это анадырский эндемик, нельзя; возможно, что он будет еще найден в Восточной Сибири. Если мы сравним рассматриваемую фауну с фауной Камчатки, то увидим, что последняя отличается от фауны Анадырско-Чукотского края в некоторых довольно существенных чертах.

В камчатской фауне следует различать два основных элемента, а именно древний реликтовый, состоящий из очень немногих обособленных видов, и всю остальную фауну. К первой группе мы относим *Dicosmoecus flavus* Mart., *Praecosmoecus kamtschaticus* Mart., и, условно, *Platyphylax nigrovittatus* Mc Lach и *Platyphylax variabilis* Mart.

Первый из них очень близок к *Dicosmoecus tristis* Bks из Колорадо, в Северной Америке, и известен только из Камчатки (эндемик), второй встречается еще в Уссурийском крае и на Курильских о-вах. Оба они относятся к примитивным родам и являются, несомненно, остатками древней третичной фауны, населявшей северо-западные части Северной Америки и северо-восточную часть Азии. Оба названных вида *Platyphylax* широко распространены и в Северной Сибири, а близкие к ним виды обитают также и в Северной Америке.

Из остальной фауны Камчатки, состоящей из 30 видов, большая часть обитает и в Сибири и в Европе,—обыкновенно северной, но в некоторых случаях и в средней; и часть известна только из Сибири, а три вида (*Mystrophora intermedia* Kip., *Limnophilus elegans* Curt., *L. sparsus* Curt.) встречаются кроме Камчатки только в Европе. Три вида (*Limnophiilus despectus* Walk., *L. nebulosus* Kirby, *Apatania stigmatella* Zett. из Сибири переходят и в Северную Америку.

Некоторые из сибирско-европейских видов, как-то: *Limnophilus borealis* Zett., повидимому, и некоторые другие (*L. nigriceps* Zett.), образуют на Камчатке особые подвиды. Однако на Камчатке нет таких, особенно характерных для Сибири видов, как все виды рода *Asynarchus* Mc Lach, все виды рода *Lenarchus* Mart., все виды рода *Chilostigma* Mc Lach (кроме европейской *Ch. sieboldi* Mczach, *Chilostigmodes* Mart., *Glyphopsyche irrorata sibirica* Mart.). Это обстоятельство накладывает на фауну Камчатки очень своеобразный отпечаток: фауна ручейников (но насколько я понимаю, и других насекомых) Камчатки, если оставить в стороне древний реликтовый элемент, состоит почти

исключительно из сильных „убиквистных" видов, большею частью распространенных как в Сибири, так и в Европе, а частью даже только в Европе.

Если мы теперь сравним фауну Камчатки с фауной Анадырского края, то увидим, что на Камчатке, фауна которой нам известна более удовлетворительно, не найдено 9 видов, следовательно, половины состава фауны Анадырского края (в том числе *L. anadyrensis* n. sp.) и 2 видов Чукотского края, а именно, там нет: *Dicosmoecus palatus*, ни одного вида *Asynarchus*, *Limn. trimaculatus*, *L. anadyrensis*, *Astratus samoëdus*, *Agrypnia obsoleta*, *Leptocerus nigrónervosus*, *L. annulicornis*, *Micrasema gelidum*. За исключением *Agr. obsoleta*, обоих видов *Leptocerus* и, может быть, *Micr. gelidum*, это, как мы уже отметили выше, все весьма характерные для Сибири виды. Их то и недостает на Камчатке. Это очень существенная разница. Кроме того, один вид, *Limn. borealis* Zett., представлен на Камчатке, как сказано, особым подвидом *mutabilis* Mart.

Нет на Камчатке и некоторых типично таежных птиц, напр. *Lyrurus tetrix*, *Tetrastes bonasia*, *Strix uralensis*, *Perisoreus infaustus* и др. (этими данными я обязан Б. К. Штегману).

Таким образом, если фауна Анадырского края является лишь обедненным продолжением фауны Якутии, то этого нельзя сказать о фауне Камчатки, главным образом потому, что в ней нет целого ряда сибирских видов, особенно характерных для Якутии и Восточной Сибири вообще. Кроме этого отрицательного признака, фауна Камчатки отличается и некоторыми положительными, характерными для нее, чертами, к которым мы относим следующие: 1) присутствие в ней реликтов, правда, немногих, древней третичной фауны как среди ручейников, так и в других группах; 2) наличие в ней ряда подвидов,[1] образуемых

[1] В группе ручейников для Камчатки описан лишь один подвид, *Limnophilus borealis mutabilis* Mart., но по птицам отсюда известен целый ряд таких подвидов — Б. К. Штегман мог назвать мне следующие (я очень благодарен ему за эту справку): *Nucifraga caryocatactes kamtschatkensis* Barret-ham., *Parus atricapillus kamtschatkensis* Bp., *Aegithalos caudatus kamtschaticus* Doman., *Luscinia calliope kamtschatknsis* Gmel., *Dryobates major kamtschaticus* Dyb., *Picoides tridactylus albidior* Stejn., *Tetrao parvirosres kamtschaticus* Kitil., *Phylloscopus borealis examinandus* Stren, *Cryptoglaux tengimalmi magna* But.

Подвиды эти по большей части вполна хорошо выраженные. Кроме этих есть еще до четырех общих с Анадырским краем подвидов. В Якутии и на Анадыре находим обыкновенно уже обычные, т. е. сибирские подвиды.

заходящими в нее европейски-сибирскими видами; 3) присутствие в ней нескольких видов, водящихся в Европе, но до сего времени не обнаруженных и, вероятно, отсутствующих вовсе в Сибири (*Mystrophóra intermedia* Kep., *Limnophilus elegans* Fabr., *Limnophilus sparsus* Curt.) или же известных еще лишь из Западной Сибири (*Limnophilus nigriceps* Zett., *Philarctus bergrothi* Mc Lach).

В анадырской фауне мы находим два вида, неизвестных из Восточной Сибири, но водящихся в Западной Сибири, это *Limnophilus nigriceps* и *Astratus samoëdus*. Указанные положительные и отрицательные признаки фауны Камчатки позволяют нам составить себе такое представление об ее истории, конечно, в самых общих чертах.

В третичное, скажем, в средне-третичное время Камчатка была населена фауной, значительно отличающейся от современной. Судя по сохранившимся реликтам, элементы этой фауны рассеяны теперь на Курильских о-вах, в Амурском крае, в северо-западной гористой части Северной Америки, а некоторые виды или их непосредственные потомки сохранились в Сибири (*Platyphylax niphrovitatus* Mc Lach., *Pl. variabilis* Mart., *Hydropsyche nevae* Kol.) и даже сильно расширили свои ареалы. Затем эта фауна, в общем, стала вымирать, и от нее сохранились, по крайней мере в Сибири, лишь более холодолюбивые формы. На Камчатке сохранилось от этой фауны несколько видов. Вероятно кое-какие элементы этой фауны существовали прежде и в Анадырском крае, но вымерли бесследно. Одновременно с вымиранием старой фауны Камчатка стала заселяться (вероятно, еще в плиоцене) рядом сильных видов, широко распространившихся тогда по Северной и Средней Европе, Сибири и, частью, заходивших и в Северную Америку. Наступивший затем ледниковый период обусловил вымирание многих из этих видов в значительной части восточной, а частью также и в западной Сибири. Таким образом, камчатские популяции этих видов (так же, как и амурские) оказались далеко разобщенными от западных ареалов их. В виду обособленности Камчатки и длительности изоляции ее фауны с начала ледникового периода некоторые элементы ее успели с тех пор выделиться в особые подвиды, особенно ясно наблюдаемые среди птиц. По миновании ледникового периода Камчатка, теоретически говоря, могла бы заселяться еще с севера, но в действительности, повидимому, таким образом проникли

на Камчатку лишь очень немногие виды, да и в них можно сомневаться. Такие характерные для Якутии виды, как виды родов *Asynarchus, Lenarchus, Chilostigma, Chilostigmodes, Dicosmoecus palatus* на Камчатку, как мы видели, уже не попали, хотя в Анадырском и Чукотском краях значительная часть их (виды *Asynarchus, Chilostigma praeteritum, Dicosmoecus palatus*) присутствует.

Анадырская фауна, очевидно, сложилась несколько иначе. По всем видимостям и на Анадыре сохранились некоторые элементы с предледникового времени. Из ручейников мы отнесли бы к ним, во-первых, *L. nigriceps* Zett., известный также с Камчатки, но отсутствующий во всей Восточной Сибири и появляющийся опять лишь в Минусинском крае, в Западной Сибири, Туркестане и широко распространенный в Северной и Средней Европе. Очевидно, в предледниковое время этот вид занимал и Восточную Сибирь, но затем вымер на большей части ее, и это вымирание мы можем приписать лишь ледниковому периоду.

К этой же группе можно отнести и *Limnophilus despectus* Walker. Этот вид водится на Камчатке и очень обыкновенен в Амурском крае и на Сахалине, а затем на западе мы находим его не в Сибири, а в Северной Европе, на Альпах и редко в Восточной Пруссии и Саксонии. Кроме того, этот же вид известен из Канады. Затем, к этой же группе могут быть отнесены, вероятно, *Astratus samoëdus, Limnophilus trimaculatus*, Zett., *Leptocerus nigronervosus* Retz., *Leptocerus annulicornis*. Что касается птиц, то на Анадыре известны некоторые подвиды, например, *Pica pica kamtschatica* Stejn (Камчатка и Анадырь) *Pinicola enucleator kamtschaticus* Dyb. (Камчатка и Анадырь), *Alauda arvensis pekinensis* Swinh. (Камчатка, Анадырь и Командоры),[1] и это обстоятельство также говорит в пользу мнения о сохранении в этом крае некоторых элементов с предледникового времени. Наоборот, целый ряд других видов, как-то упомянутые выше *Dicosmoecus palatus*, все три вида *Asynarchus, Limnophilus borealis borealis, Chilostigma praeteritum*, как свойственные преимущественно Восточной и даже Северо-восточной Сибири и отсутствующие на Камчатке, проникли в Анадырский и Чукотский края, очевидно, уже в новейшее постледниковое время. Очень показательно, что *L. borealis* представлен здесь обычным подвидом, а не Камчатским. Это все определенные холодолюбы. Возможно, что с ними же

[1] По любезному сообщению Б. К. Штегмана.

проникли на Анадырь *Agrypnia obsoleta, Neureclipsis bimaculata, Limnophilus picturatus*, но в этом я не уверен.

Таким образом, фауна Анадырского и Чукотского края в своей большой части является фауной новой, послеледниковой, пришлой из Сибири.

В отличие от этого фауна Камчатки в большей, пожалуй даже в подавляющей, части оказывается фауной, сохранившейся с предледниковых времен, причем виды успели с тех пор отделиться в особые местные подвиды.

Попутно можно задать вопрос, где же обитали упомянутые выше холодолюбивые сибирские виды (роды *Asynarchus, Lenarchus, Dicosmoecus, Chilostigma praeteritum, Apatania crymophila*) в предледниковое время? Я склонен думать, что тогда они обитали главным образом на высотах сибирских горных хребтов, но некоторые заходили и далеко на северо-запад. С наступлением ледникового периода они спустились с гор и расширили свои ареалы, а с отступлением горных ледников — распространились и в другие районы и, в частности, далеко на север и в Анадырский и Чукотский края.

Ленинград, май 1935.

THE FAUNA OF TRICHOPTERA OF ANADYR REGION AND CHUKCHEE PENINSULA AND ITS ORIGIN

A. V. MARTYNOV

SUMMARY

The countries of Anadyr and of Chukchee are difficult for explorations, and therefore their fauna is almost unknown. L. A. and Miss L. K. Portenko, members of the expedition of the Arctic Institute, lived here during 1931 and 1932 and collected birds, mammals and insects. L. A. Portenko has kindly proposed me to examine his records of *Trichoptera*, and this short nete is the result of the study of his interesting collection. It contains 18 species from Anadyr and 4 species from Chukchee Peninsula; one species from Anadyr proved to be new. List of species is given above; I add here the short description of a new species.

Limnophilus anadyrensis, n. sp. (fig. 1—3).

2♂. Lower and Middle course of Anadyr River. 15—22 VII. 1932. L. K. Portenko.

Head brown, posterion warts bearing greyish-yellowish hairs. Antennae brownish, with paler annulations; basal joint blackish brownish; bases of antennae separated anteriorly with narrow whitish stripes. Thorax brown, legs yellow. Anterior wings brownish-yellowish, with indistinct pale irrorations; dorsal part of wing somewhat darker, fenestrate spot short, the anastomosal broad, but between RS_3 and M_2 there is a brownish spot; apical portion behind of RS_3 brownish, with small irrorations; base of 6-th apical cell whitish. Veins brown, discoidal cell very long. Posterior wings pale; beard lacking, discoidal cell long. Abdomen brown.

8-th tergite with a short median projection, clothed with black spinules. Side-pieces of the 9-th segment very broad, dorsal part very narrow. Preanal appendages short and very broad above, their hind margin deeply concave and dark. Seen from side they are short, but broad, with somewhat extended and rounded hind-lower portion. Intermediate appendages long, slender, claw-shaped. Pedes genitales (their free portions) very short but broad and nearly triangular from side; from beneath they are digitiform. Penis slender. somewhat curved upwards; titillators also slender yellow, but with black spinules at their ends. Length of body—10 mm.

L. anadyrensis n. sp. appears to be alied to *L. stigma* Curt. and to *L. rhombicus* L.

SOME GENERAL CONCLUSIONS

Although the list of 22 species is not complete and one may await a discovery of several (few) more species, it allows nevertheless to deduce some conclusions about the character of this fauna and its relaton to that of Kamtchatka.

The fauna of Anadyr and of Chukchee Land is a purely Siberian one, although it is poor, than three neighbouring fauna of Yakutia. This character is evident by the presence of *Apatania crymophila, Dicosmoecus palatus,* of three gen. *Asynarchus* of *Grammataulius signatipennis, Limnophilus borealis borealis, Limnophilus trimaculatus* and *picturatus, Chilostigma praeteritum, Hydropsyche nevae, L. anadyrensis* n. sp. perhaps, willbe discovered in the neighbouring districts of Yakutia. The fauna of Kamtschatka contains 34 species and is clearly different. Excluding two old relic species (*Dicosmoecus flavus* Mart. and *Proecosmoecus kamtschaticus* Mart.), this fauna contains 32 species, which occur partly in Siberia and in northern parts of Europe, partly even in Europe only (three species). In Kamtschatka are lacking such true siberian elements, as the genera *Asynarchus, Lenarchus, Chilostigma, Chilostigmodes* and some other forms. Thus, the fauna of Kamtschatka is not a true east-siberian fauna. Many of his species are separated by a large hiatus and appear again only in the West-Siberia or, even, in Europa. Among *Trichoptera* one species is represented in Kamtschatka with a distinct subspecies (*Limn. borealis mutabilis* Mart.), but among birds there is a good series of such distinct subspecies. From 22 species of Anadyr country 11 species are lacking in Kamtschatka as follow: *Dicosmoecus palatus, Astratus samoëdus, Limn. trimaculatus, L. anadyrensis* n. sp., 3 species of *Asynarchus, Agrypnia obsoleta, Leptocerus nigronervosus* and *annulicornis* and *Micrasema gelidum.* Except four last species the remaining ones are true siberian species. I think, that most species have populated Kamtschatka during the Upper Tertiary (Pliocaen). Such a hypothesis is supported by the fact, that many species, occuring in Kamtschatka, are died out in the greatest part of Siberia and preserved but in the West-Siberia or even only in Europe. Before the Ice-periode large areas of these species were doubtless continuous, but during the Ice-period many species were died out in the East-and Central-Siberia.

Since the beginning of the Ice-period many species preserved in Kamtschatka are separated into distinct subspecies.

Only few species could preserve in Anadyr Land after the Uppermost Tertiary (*Limn. nigriceps.*, *L. despectus probably*, *Astratus samoëdus*, *Limnophilus trimaculatus*, perhaps, — both species of *Leptocerus*), the greatest part, in particular, all above named siberian species penetrated here afterwards, after the Ice-period. It appears very demonstrative, that *L. borealis* is represented in Anadyr with usual form, whereas in Kamtschatka there is a distinct subspecies *mutabilis*. In the Upper Tertiary these psychrophile siberian species lived probably on the mountainous chains of Siberia. During the Ice-period they descended from the mountains, have dilated their areas and afterwards migrated to the far North and to Anadyr.

Thus the fauna of Anadyr district is a young fauna, whereas that of Kamtschatka is composed mainly of such elements, which are preserved here since the Uppermost Tertiary.

СОДЕРЖАНИЕ

	Стр. Page
В. Н. Сакс. О четвертичном оледенении севера Сибири	3
V. N. Sachs. On the Quaternary glaciation of the North of Siberia	28
V. Tanner. Die Grundlagen einer interkontinentalen Homotaxis	31
В. Таннер. Основные положения к установлению одновременности геологических явлений на различных материках (интерконтинентальный гомотаксис)	75
В. И. Рыцк. К геологии острова Врангеля	81
V. I. Rytsk. The geology of Wrangel Island	90
Л. М. Курбатов. Радиоактивность донных отложений морей и озер СССР	95
L. M. Kurbatov. On the Radioactivity of Bottom Sediments	103
Л. М. Курбатов и В. А. Егоров. К вопросу о возможности определения возраста современных донных отложений радиоактивным методом	107
L. M. Kurbatov and V. A. Jegorov. On the possibility of determining the age of contemporary deposits by the radioactive method	115
Н. Н. Калитин. О величинах рассеянной радиации атмосферы в Арктике	121
N. N. Kalitin. On the qiantities of dispersed radiation of the atmosphere in the Arctic	135
Н. Т. Черниговский. Несколько опытов над радиационными свойствами снега и льда Карского моря у о-ва Уединения в 1935 г.	137
N. T. Chernigovsky. Some experiments on the radiation-properties of the snow-cover and the ice of the Kara Sea carried out on Lonely island	142
А. И. Толмачев. Обзор флоры Новой Земли	143
A. I. Tolmatschew. Eine Übersicht der Flora von Nowaja Semlja	175
А. В. Мартынов. Заметка о фауне ручейников (Trichoptera) Анадырского и Чукотского края и ее образовании	179
A. Martynov. The fauna of Trichoptera of Anadyr region and Chukchee Peninsula and its origin	192

Библиотека
Географического
Общества
Союза ССР

196 стр. + 2 вклейки

Ответственный редактор *В. Ю. Визе* Технический редактор *Л. Г. Левоневская*

Печ. л. 12½ бум. л. 6⅛ авт. л. 12. Формат бумаги 72×110⅛. В 1 бум. л. 76.800 тип. зн
Сдано в набор 23/XII 1935 г. Подписано к печати 26/IV 1936 г. Тираж 1000 экз.
Издание № 41. Заказ № 2307 Ленгорлит № 6775.

Тип. „Коминтерн" и школа ФЗУ им. КИМ'а. Ленинград, Красная, 1.

Цена 9 руб.